

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ



KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ
ÜRETKEN YAPAY ZEKA DESTEKLİ
DERS PLANI HAZIRLAMASINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ

ÖZLEM ARSLAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU (Tez Danışmanı)**
 Prof. Dr. Abdullah AYDIN
 Dr. Öğr. Üyesi Şengül GACANOĞLU

BALIKESİR, TEMMUZ - 2026

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Kimya Öğretmen Adaylarının Üretken Yapay Zeka Destekli Ders Planı Hazırlamasına Yönelik Görüşleri**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Özlem ARSLAN

ÖZET

**KİMYA ÖĞRETMEN ADAYLARININ ÜRETKEN YAPAY ZEKA DESTEKLİ
DERS PLANI HAZIRLAMASINA YÖNELİK GÖRÜŞLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÖZLEM ARSLAN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
KİMYA EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. CANAN NAKİBOĞLU)**

BALIKESİR, TEMMUZ - 2026

Bu çalışmada, kimya öğretmen adaylarının üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlamaya yönelik görüşleri, kullanım durumları ve ders planı hazırlarken izledikleri yolları eğitim öncesi ve sonrası bağlamında incelenmiştir. Çalışmada, üretken yapay zekâ araçlarının pedagojik amaçlarla nasıl yönlendirilerek kullanılabileceğini ve verilen eğitim sonrasında bu sürecin nasıl değiştiğini anlamaya odaklanan süreç odaklı nitel tek durum deseni benimsenmiştir. Çalışma grubunu, kimya öğretmenliği programının 3. ve 4. sınıflarında öğrenim gören öğretmen adayları oluşturmuştur. Ön görüşmelere 24 kimya öğretmen adayı yer alırken, yürütülen eğitime bu gruptan 11 öğretmen adayı katılmış ve eğitim uygulaması sonrasında bu öğretmen adaylarıyla son görüşmeler yapılmıştır. Adayların hazırladıkları ders planları destekleyici veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarına ChatGPT, Gemini, NotebookLM, Claude ve Poe gibi üretken yapay zekâ destekli metin tabanlı araçların ders planı hazırlamada kullanımına ve etik ilkelere yönelik dört saatlik bir işlik çalışması uygulanmıştır. Veriler, eğitim öncesi ve sonrası kullanılan görüşme formları aracılığıyla yüz yüze ikili görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Çalışmada, öğretmen adaylarının hepsinin yapay zekâ araçlarını derslerinde etkin olarak kullandığı ve büyük kısmının da ders planı hazırlamada yapay zekâ araçlarını kullandığı belirlenmiştir. Eğitim öncesinde hazırladıkları ders planlarında kimya öğretmen adaylarının hemen hepsi ChatGPT kullanımını tercih ederken, eğitim sonrasında ise farklı üretken yapay zekâ araçlarını daha bilinçli kullandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Eğitim öncesinde kimya öğretmen adaylarının önemli bir kısmının istem yazma konusunda sınırlı bilgiye sahip olduğu ve etik ilkelerden haberdar olmadığı görülürken, eğitim sonrası hepsinin istemin ne olduğunu öğrendiği ve ders planlarında 5S istem modelini kullandığı sonucuna ulaşılmıştır. Çalışma sonunda öğretmen eğitime yönelik önerilere yer verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Ders planı, kimya öğretmen adayları, üretken yapay zeka

ABSTRACT

PROSPECTIVE CHEMISTRY TEACHERS' VIEWS ABOUT PREPARING GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE-SUPPORTED LESSON PLAN

MSC THESIS

ÖZLEM ARSLAN

BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

MATHEMATICS AND SCIENCE EDUCATION

CHEMISTRY EDUCATION

THESIS SUPERVISOR: PROF. DR. CANAN NAKİBOĞLU

BALIKESİR, JULY - 2026

This study examines perspectives, use cases, and methods of preparing lesson plans using generative AI-assisted tools, both before and after training, among prospective chemistry teachers. The study employed a process-oriented, qualitative, single-case design, focusing on understanding how generative AI tools can be utilized for pedagogical purposes and how this process changed following the training. The study group consisted of prospective chemistry teachers in the 3rd and 4th years of the chemistry teacher training program. Twenty-four prospective chemistry teachers participated in pre-interviews, and 11 of them attended the training. Final interviews were conducted with these prospective chemistry teachers after the training. The lesson plans prepared by the prospective chemistry teachers were used as a supporting data source. As part of the study, a four-hour workshop was conducted for prospective teachers on the use of generative AI-assisted text-based tools such as ChatGPT, Gemini, NotebookLM, Claude, and Poe in lesson plan preparation and on ethical principles. Data were collected through face-to-face interviews using pre- and post-training interview forms. The study determined that all prospective chemistry teachers actively used artificial intelligence tools in their lessons, and a large majority used AI tools in preparing lesson plans. Before the training, almost all prospective chemistry teachers preferred using ChatGPT in their lesson plans, while after the training, they used different generative AI tools more consciously. Before the training, a significant portion of prospective chemistry teachers had limited knowledge of prompt writing and were unaware of ethical principles; after the training, all of them learned what a prompt is and used the 5S prompt model in their lesson plans. The study concludes with recommendations for teacher training.

KEYWORDS: Lesson plan, prospective chemistry teachers, generative artificial intelligence

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Teknolojinin Önemi	1
1.2 Teknolojinin Eğitimdeki Yeri	2
1.3 Teknolojinin Sınıflarda Kullanımı	3
1.4 Eğitimde Yapay Zekanın Önemi	7
1.5 Eğitimde Yapay Zekanın Kullanımı	10
1.5.1 Öğretmenler Açısından YZ Kullanımı.....	11
1.5.2 Öğrenciler Açısından YZ Kullanımı.....	11
1.5.3 YZ'nin Kimya Eğitiminde Kullanımına Yönelik Sınırlılıklar ve Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	11
1.5.4 Kimya Eğitiminde YZ Uygulamaları.....	12
1.6 Kimya Eğitiminde YZ Uygulamalarına Yönelik Alanyazın Taraması.....	13
1.6.1 Kimya Öğretmeni ve Kimya Öğretmen Adayları ile yapılan çalışmalar.....	13
1.6.2 Kimya Derslerinde Yapılan Ve Görüş Alınan Çalışmalar.....	14
1.6.3 Ders Planı YZ ile Yapılan Çalışmalar.....	14
1.7 Araştırmanın Önemi.....	17
1.8 Araştırmanın Amacı ve Alt Problemleri.....	19
1.9 Araştırmanın Sayıltıları.....	20
1.10 Araştırmanın Sınırlılıkları.....	20
2. YÖNTEM.....	21
2.1 Çalışmanın Yöntemi	21
2.2 Çalışma Grubu	21
2.3 Veri Toplama ve Analizi.....	22
2.4 Veri Analizi.....	23
3. BULGULAR.....	24
3.1 Birinci Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular	24
3.2 İkinci Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular	38
3.3 Üçüncü Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular	41
4. SONUÇ TARTIŞMA	42
5. KAYNAKÇA	46
EKLER.....	50
EK A: Etik İzin Formu	50
ÖZGEÇMİŞ	51

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 3.1.1: Kimya öğretmen adaylarının tercih ettikleri YZ araçları.	24
Tablo 3.1.2: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanım amaçları.....	25
Tablo 3.1.3: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı kullanılan ders türleri.	26
Tablo 3.1.4: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracının eğitime katkı sağlaması ile ilgili görüşleri	27
Tablo 3.1.5: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı riskleri ve sınırlılıkları olması ile ilgili görüşleri	27
Tablo 3.1.6: Kimya öğretmen adaylarının YZ derslerde kullanımı konusunda kendilerini değerlendirme durumları	28
Tablo 3.1.7: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlama durumu ile ilgili görüşleri.....	29
Tablo 3.1.8: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlamada motivasyon durumu ile ilgili görüşleri	29
Tablo 3.1.9: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlama süreci ile ilgili görüşleri	30
Tablo 3.1.10: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı içerik üretiminde istem kullanım durumu ile ilgili görüşleri.	30
Tablo 3.1.11: Kimya öğretmen adaylarının YZ araçlarının ders planı hazırlama sürecine ne tür katkılar sağladığı ile ilgili görüşleri.	31
Tablo 3.1.12: Kimya öğretmen adaylarının YZ araçlarının kullanımı ile ilgili karşılaşılan sorunlar ile ilgili görüşleri.	31
Tablo 3.1.13: Kimya öğretmen adaylarının YZ tarafından üretilen içeriğin kontrol edilmesi ile ilgili görüşleri.....	32
Tablo 3.1.14: Kimya öğretmen adaylarının YZ ve dijital araçların kimya öğretmenin rolünü değiştirip değiştirmediği ile ilgili görüşleri.....	33
Tablo 3.1.15: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlama konusunda yeterli bulma ile ilgili görüşleri.	34
Tablo 3.1.16: YZ destekli ders planı hazırlama konusunda güçlü buldukları yönleri ile ilgili görüşleri.....	34
Tablo 3.1.17: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlama konusunda zayıf buldukları yönleri ile ilgili görüşleri.....	35
Tablo 3.1.18: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlamanın yaygınlaşmasına yönelik görüşleri	35
Tablo 3.1.19: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımında etik ilkelere uyum ve YÖK/MEB düzenlemeleri ile ilgili görüşleri	36
Tablo 3.1.20: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı öğrenmeye katkı sağlamasına yönelik görüşleri	36
Tablo 3.1.21: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı düşünmeye etkisine yönelik görüşleri	37
Tablo 3.1.22: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı özgüvene etkisine yönelik görüşleri	37
Tablo 3.2.1: İlk ders planı hazırlanırken kullanılan YZ araçları ve tercih edilme nedenleri.	38
Tablo 3.2.2: İkinci ders planında kullanılan YZ araçları tercihi ve değişim nedenleri.	38

TABLO LİSTESİ (devam)

Tablo 3.2.3: Eğitimden sonra ders planı hazırlama sürecine bakışına değişiklik ve ikinci planda istemdeki farklılıklar.	39
Tablo 3.2.4: Eğitimden sonra ikinci ders planı hazırlamayı değerlendirme.	40
Tablo 3.2.5: Eğitim sonrasında YZ ile ders planı hazırlama konusunda yeterli hissedilen alanlar.	40
Tablo 3.2.6: YZ risklerine ve etik ilkelere dair farkındalık.	41
Tablo 3.3.1: Eğitimin genel değerlendirilmesi ve beklentiler.	41

SEMBOL LİSTESİ

AG	: Artırılmış Gerçeklik
ÜYZ	: Üretken Yapay Zeka
YZ	: Yapay Zeka

ÖNSÖZ

“Güneş her gün daha mütakâmil bir dünyaya doğmaz.

Tarih ezelden ebeye dümdüz uzanan doğrusal bir hat değil, devirli bir oluşumdur.”

Alev Alatlı

Bu tez çalışması, kimya eğitimine duyduğum ilgi, bilime olan merakım ve öğrenmenin dönüştürücü gücüne olan inancımla şekillenmiştir. Kimya eğitiminin yalnızca bilgi aktarımına indirgenemeyeceği; sorgulayan, eleştirel düşünebilen ve bilimsel etikle hareket eden bireylerin yetiştirilmesini amaçlayan bütüncül bir süreç olduğu düşüncesi, çalışmanın temel çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bu bağlamda, kimya serüvenimde bana eşlik eden ve hayat hikâyemde iz bırakan herkese teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tez sürecimde, bilimsel rehberliği ve akademik birikimi ile destek olan danışmanım Prof. Dr. Canan Nakiboğlu'na teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimde dönüşümü merkeze alan vizyoner yaklaşımıyla çalışmalarımı destekleyen Vizyon Koleji Lise Müdürü Erol Akgün'e teşekkür ederim. Dijital okuryazarlığımı geliştirmem ve üretken yapay zekâ alanında kendimi yetiştirmem konusundaki teşvikleriyle akademik ve mesleki gelişimime önemli katkılar sağlamış, kimya serüvenimde daima yolumu aydınlatan bir rehber olmuştur. Ayrıca babacan tavrı, yılların eğitimcisi olarak sahip olduğu bilgi birikimi, öğrenciyi merkeze alan bakış açısı ve sevgiyle başarmayı öğreten yaklaşımıyla yalnızca mesleki gelişimime değil, eğitim anlayışıma da değerli katkılar sunmuştur.

Her zaman maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan, çalışkanlığı ve üretkenliğiyle örnek aldığım, emeğin ve çabanın değerini bana öğreten canım babam Mehmet Arslan'a; hayatıma neşe katan iyikilerim, canım kardeşlerim Ahmet, Mert ve Özge-Fatih Yalnızoğlu'na da teşekkür ederim.

Bu süreçte motivasyonumu korumamda önemli payları olan kıymetli arkadaşlarım Hülya Gözübüyük, Ebru Altun Gazioğlu ve Nurhan Recepkethüda'ya destekleri ve dostlukları için teşekkür ederim.

En özel teşekkürüm ise hayatım boyunca sabrı, sevgisi ve fedakârlığıyla huzur bulduğum, çiçeklerden de güzel yüzlü annem Hanım Arslan'a... Bu tez çalışmasının görünmeyen ancak en önemli dayanağı, onun inancı ve desteğidir. Bugün sahip olduğum değerlerimin, neşemin, gülümsememin, mutluluğumun, başarımın temelinde annemin emeği, duası ve sevgisi vardır. Karşılaştığım zorluklarda pes etmemeyi, inancımı kaybetmeden yoluma devam etmeyi ve her daim iyiliği seçmeyi ondan öğrendim. Hayat hikayemdeki en büyük şans, içimdeki çocuğun gideceği tek park, güneşim, seni çok seviyorum, her şey için çok teşekkür ederim.

Ayrıca, “Hayatta en hakiki mürşit ilimdir, fendir.” sözüyle bilim temelli bir eğitim anlayışını bizlere miras bırakan Gazi Mustafa Kemal Atatürk'e sonsuz minnet ve saygılarımı sunarım. Onun eğitim ve bilim üzerine kurduğu düşünce mirası, yalnızca bu çalışmanın değil, bir eğitimci olarak yürüdüğüm yolun da en önemli ilham kaynaklarından biridir.

Ve son sözlerimi yine Alev Alatlı ile tamamlamak istiyorum:

“Mademki son temsilcileriyiz; gezegenin iyiliği için yaşatılması elzem bir medeniyetin, bizi durduracak tek ‘gerçek’, soğuyan Güneş’in dünyamızı yarı yolda bırakması ihtimali olmalı.”

Balıkesir, 2026

Özlem ARSLAN

Bu çalışmayı, hayalleri ve hikâyesi yarım kalmış tüm kadınlara ve çocuklara ithaf ediyorum.

1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyıl dünyasında teknoloji, hayatımızın her alanına entegre edilmiş ve bir devrim niteliği taşıyarak yaşadığımız zamanı bir "teknoloji çağı"na dönüştürmüştür (Metin, 2018). Teknoloji, insanların çalışma tarzlarından boş zamanlarını değerlendirme biçimlerine kadar her şeyi değiştirmekte, bireylerin bilgiye ulaşma ve iletişim kurma süreçlerinde merkeze yerleşmektedir (Döğer, 2016). Özellikle "dijital doğanlar" olarak adlandırılan yeni nesil çocukların teknolojinin aktif kullanıldığı okul ortamlarında yer alacağı bir gerçektir (Prensky, 2006; akt. Hacıfazlıoğlu vd., 2011). Günümüzde teknoloji kullanımı öz yeterliliğine sahip olmak bir tercih değil, bir zorunluluk haline gelmiştir (Metin, 2018). Dolayısıyla teknolojinin önemi, sadece teknik bir araç olmasından öte, bireylerin 21. yüzyıl becerilerine sahip olmalarını sağlayan, başarıyı destekleyen ve bilgiye erişimde fırsat eşitliği sunan bir yapı taşı olmasından kaynaklanmaktadır (Döğer, 2016).

1.1 Teknolojinin Eğitimdeki Yeri

Teknolojide meydana gelen gelişmeler eğitim sistemlerini tüm boyutlarıyla etkisi altına almış ve eğitimi teknolojiyle iç içe bir yapıya dönüştürmüştür (Yörük, 2013). Bu bağlamda, 21. yüzyıl becerileri göz önüne alındığında, teknolojiden etkin biçimde yararlanmayan bir eğitim sisteminin hem bireysel hem de toplumsal ihtiyaçları karşılamasının mümkün olmadığı görülmektedir (Karasar, 2004). Teknolojinin eğitime girişi ile birlikte yeni yöntem ve tekniklerin kullanılması olanaklı hale gelmiş, bu sayede öğrenme ortamlarının düzenlenmesinde önemli yenilikler yapılmıştır (Öksüz vd., 2009). Eğitimde teknoloji kullanımı, öğrencilerin performansını olumlu etkilemekte ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmektedir (Şahin ve Arslan Namlı, 2019). Bu değişim rüzgârı, eğitim sistemlerini de derinden etkilemekte ve özellikle fen bilimleri gibi soyut kavramların yoğun olduğu alanlarda, teknolojinin etkin kullanımını zorunlu kılmaktadır. Özellikle kimya konularının öğretiminde dijital teknolojilerin kullanımı, açıklamalar için yapısal çizimlerin yoğun kullanımını gerektiren konuların sunumunu daha da geliştirmektedir (Chiu, 2021). Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler ve artan bilgi alışverişi, kültürlerarası etkileşimi kolaylaştırırken; bilgiyi edinme, süzme ve paylaşma becerisine sahip bireylerin yetiştirilmesi ihtiyacını da doğurmuştur. Bu bağlamda Delor (1996), öğretmen yetiştirme programlarında yapısal değişikliklere gidilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Delor (1996)'a göre öğretmenler; farklı kültürel geçmişe sahip veya sosyal açıdan dezavantajlı öğrencilerin öğrenimini destekleyebilecek, çatışmaları barışçıl yollarla çözebilen, farklılıklara saygı

duyan ve toplumsal sorumluluk bilincine sahip yurttaşlar yetiştirecek donanımda olmalıdır (Yurdabakan, 2002). Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş sürecinde eğitim modeli de değişmiş; her şeyi bilen ve aktaran öğretmen profilinin yerini, öğrenciye yol gösteren ve yönlendiren öğretmen profili almıştır (Balay, 2004). Ancak teknolojinin eğitimdeki yerinin sağlamlaşması için sadece donanım yeterli değildir; öğretmenlerin pedagoji ve içerik bilgisini teknoloji ile harmanladıkları "Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi"ne (TPİB) sahip olmaları gerekmektedir (Öksüz vd., 2009).

1.2 Teknolojinin Sınıflarda Kullanımı

Eğitimde gelişmekte olan teknolojilerin kullanımına dair dikkate değer örnekler arasında göz izleme teknikleri, öğrenme analitiği, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) yer almaktadır (Chiu, 2021). Örneğin, üç boyutlu VR, kullanıcılara dijital bir ortamı deneyimleme imkânı sunan sürükleyici bir araç olarak eğitimde oldukça umut verici bir konuma sahiptir ve K-12 eğitimi için önemli faydalar sağlamaktadır (Chiu, 2021). Sınıflarda akıllı tahtalar, tabletler ve çeşitli Microsoft/Apple uygulamalarının kullanımı yaygınlaşırken, bu araçların etkili kullanımı için teknik altyapının sorunsuz olması büyük önem taşımaktadır (Metin, 2018). Sınıf içi uygulamalarda teknoloji, soyut kavramların somutlaştırılması ve öğrenci motivasyonunun artırılması açısından kritik bir işleve sahiptir. Özellikle kimya ve biyoloji gibi fen bilimleri derslerinde sanal laboratuvarlar ve interaktif simülasyonlar, öğrencilere karmaşık kavramları anlama ve somut deneyimleme fırsatı sunmaktadır (Zengin vd., 2024). Teknolojik araçların kullanıldığı öğretim yöntemleri, geleneksel yöntemlere kıyasla öğrencilerin dersi daha aktif dinlemelerine ve konuları derinlemesine kavramalarına ortam hazırlamaktadır (Şahin ve Arslan Namlı, 2019). Öğretmenler, sınıf ortamında teknolojiyi kullanarak öğrencilerin farklı öğrenme tarzlarına hitap edebilmekte ve öğretim sürecini kişiselleştirebilmektedirler (Zengin vd., 2024). Teknoloji entegrasyonunun başarısı, öğretmenlerin teknolojiyi benimseme isteklerine ve tutumlarına doğrudan bağlıdır (Metin, 2018). Nitekim öğretmenlerin teknolojiye yönelik tutumları, teknolojiyi sınıfta benimseme ve kullanma kararlarında kilit bir role sahiptir (Şahin ve Arslan Namlı, 2019). Bu süreçte öğretmenlerin, teknolojiyi müfredata entegre ederken sınıf yönetimini sağlamaları ve öğrencilere rehberlik etmeleri, eğitimin niteliğini artıran temel unsurlardandır (Metin, 2018). Ancak unutulmamalıdır ki teknoloji, eğitimdeki sorunları tek başına çözecek sihirli bir değnek değildir; öğretim sürecini zenginleştiren yardımcı bir araçtır ve geleneksel yöntemlerle dengeli bir şekilde kullanılmalıdır (Döğer, 2016; Zengin vd., 2024).

1.3 Eğitimde Yapay Zekanın Önemi

Teknolojinin eğitimdeki genel rolünün ötesinde, son yıllarda akıl almaz bir hızla ilerleyen gelişmeler, yapay zekanın (YZ) ortaya çıkışı ve yükselişi ile yeni bir ivme kazanmıştır (Sarıalai, 2025). Yapay zekâ, insan zekâsına özgü olan algılama, öğrenme, problem çözme ve karar verme gibi üst düzey bilişsel süreçleri makineler aracılığıyla gerçekleştirme hedefi taşımaktadır (Körükçüoğlu, 2024).

Modern YZ tartışmaları, 20. yüzyılın ortalarında "düşünme" kavramının biyolojik bir zorunluluktan ziyade işlevsel bir süreç olarak yeniden tanımlanmasıyla başlamıştır. Bu alandaki teorik çerçeve, büyük ölçüde Alan Turing'in 1950 yılında yayımlanan "Computing Machinery and Intelligence" adlı makalesinde yer almaktadır ve bu makalenin yansımalarının Türkiye'deki iz düşümü olan Cahit Arf'ın 1959 tarihli "Makine Düşünebilir mi ve Nasıl Düşünebilir?" başlıklı konferansı üzerinden şekillenmiştir (Elmas, 2026).

Arf (1959), Erzurum'da verdiği konferansta, makinelerin düşünmesini "değişik etkilere değişik mukabelelerin görülmesi" olarak tanımlamış; bu yönüyle zilli saat veya otomatik telefon gibi basit sistemlerin bile kısıtlı bir düşünme (refleks) sergilediğini savunmuştur. Arf (1959), makinelerin düşünme biçimlerini iki ana kategoriye ayırarak modern bilgisayar biliminin temellerini basitleştirerek anlatmıştır:

- **Analog Makineler:** Bilgiyi benzerlikler (analogies) yoluyla işleyen, alınan malumat ile netice arasında hayali bağlar kuran sistemlerdir.
- **Dijital Makineler:** Verilen bilgiler arasından uymayanları eleyerek (elimination) sonuca ulaşan ve 0-1 işaret dizileriyle çalışan sistemlerdir.

Arf (1959), günümüz YZ'nın temelini oluşturan "öğrenen makineler" ve "karar verme mekanizmaları" kavramlarını daha o yıllarda tanımlamıştır:

- **Düşünmenin Mekanize Edilmesi:** Arf (1959), düşüncenin aslında belirli bir kural dizisinden ibaret olduğunu savunarak YZ'nın temel mantığını açıklar: "Düşünmek dediğimiz şeyin aslında çok basit ve mekanik bir tarafı vardır. Eğer biz bir hadiseyi, bir problemi bütün teferruatıyla tarif edebiliyorsak, onu bir makineye de yaptırabiliriz."
- **Hafıza ve Veri İşleme:** Bugün "veri" dediğimiz kavramı "bilgi muhafaza etmek" olarak tanımlar ve makinenin başarısını buna bağlar: "Makinenin düşünebilmesi için

her şeyden evvel kendisine verilen bilgileri muhafaza edebilmesi, yani bir hafızasının olması lazımdır."

- **İnsan Zekası ve Estetik Farkı:** Arf (1959), YZ'nin sınırlarını tartışırken makinelerin "duygusal" kararlar verip veremeyeceği konusundaki şüphesini şöyle dile getirir: "Böyle bir makine, meselâ filân müzik parçasını güzel bulmadığını söyleyebilecektir. Fakat bu işin uzun yüzyıllar sonra bile ve belki de hiçbir zaman yapılamayacağını zannediyorum."

Arf (1959)'ın yaklaşımı, Turing'in "düşünmek hesaplamaktır" teziyle örtüşür. Arf (1959), insan beyninin çalışma prensibini; ön hafıza, kontrol merkezi, hafıza deposu ve dönüşüm (transformation) cihazından oluşan bir şema ile açıklar. Ona göre makinelerin en büyük avantajı hız iken, en büyük eksikliği "intibak kabiliyeti" yani önceden programlanmamış durumlara uyum sağlama yeteneğidir. Her iki bilim insanı da zekayı problem çözme yeteneğine indirgeyerek, makinelerin düşünebileceği fikrini davranışçı ve işlevselci bir perspektiften savunmuşlardır.

Arf (1959), YZ ve sanat tartışmalarının odağındaki 'yaratıcılık' meselesine 1959 yılında gerçekleştirdiği 'Makine Düşünebilir mi?' konferansıya öncü bir bakış açısı sunarken, bu yaklaşım aslında insan zihninin teknolojik sınırlarını çok daha öncesinde, masallar aracılığıyla çizdiği gerçeğiyle örtüşmektedir. Masallar, henüz icat edilmemiş teknolojilerin insan zihnindeki ilk prototipleridir. Nitekim insanlık, asırlardır Pamuk Prenses'teki 'her şeyi bilen ayna' metaforu ile bilgiye anlık erişimi ve veri analitiğini; *Güzel ve Çirkin*'in orijinal anlatısında, Ali Baba ve Kırk Haramiler veya Alaaddin'in Sihirli Lambası'nda olduğu gibi, kişinin varlığını ve isteğini (prompt) algılayıp ona göre şekillenen 'kişiye duyarlı' ortamları kurgulayarak, bugünkü eğitim teknolojilerinin teorik altyapısını hayal gücüyle oluşturmuştur. Masallardaki bu 'ihtiyacı sezen ve ona göre şekillenen' ortam tasviri, günümüzde eğitim bilimlerinin nihai hedefi olan; öğrenciyi tanıyan, onun hızına ve stiline uyum sağlayan adaptif sistemlerin düşünsel zeminini oluşturmaktadır. Ancak bu hayalleri somut birer eğitim materyaline dönüştürecek enstrümandan uzun süre yoksun kalan eğitim dünyası için bugün YZ, yaratıcılığın bizzat kendisi veya insan iradesinin yerine geçen bir özne değildir. Aksine YZ; hayal gücümüzün belirlediği o pedagojik idealleri ve mükemmel öğrenme ortamını inşa etmek adına elimizde bulunan en yetkin ve stratejik araçtır; dolayısıyla eğitimde bu teknolojinin kullanımı, dijital bir rotaya savrulmak değil, bizzat insanın kurguladığı hedeflere ulaşmak için kurulan işlevsel ve zorunlu bir köprüdür.

Arf (1959)'ın bu öncü duruşu, bugün eğitimde YZ entegrasyonunun sadece akademik verimliliği artıran teknik bir süreç olarak değil, aynı zamanda insani, etik sorumluluk bilincine ve 21.yy becerilerine sahip nesiller yetiştirme hedefimize hizmet eden bir araç olarak ele alınması gerektiğini bizlere hatırlatmaktadır. Makinelerin sadece hesaplama yapmaktan öte, insan zihnine benzer süreçleri taklit edebileceğine dair öngörüler, bugün eğitimde standart müfredatların ötesine geçilerek her öğrencinin öğrenme hızına ve stiline uygun "kişiselleştirilmiş eğitim" modellerinin geliştirilmesine olanak tanımıştır.

Öğrencilerle doğrudan etkileşim halinde olan öğretmenler, kendi derslerinde YZ okuryazarlığını geliştirme hedefinde kritik bir role sahiptir (Park et al., 2023). YZ ve makine öğrenimi teknolojileri, geleneksel derse dayalı öğretimin aksine, öğrencilerin bilgilerini daha etkili bir şekilde yapılandırmalarına yardımcı olabilecek etkileşimli ve ilgi çekici öğrenme deneyimleri sunmaktadır (Iyamuremye et al., 2024). Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan bu dönem, artan bağlantı ve otomasyon ile karakterize edilmekte olup; okullar sınıflarını dönüştürmekte ve öğrencileri YZ gibi yeni teknolojilerle giderek otomatikleşen bir dünyaya hazırlamaktadır (Park et al., 2023). COVID-19 salgını gibi benzeri görülmemiş dönemlerde, geleneksel sınıf öğretiminden çevrimiçi öğretime hızlı geçişte görüldüğü üzere, teknolojik gelişmeler mevcut eğitim için kritik bir rol oynamaktadır (Chiu, 2021).

Eğitimde yapay zekanın önemi, sadece teknik bir araç olmasından değil, sunduğu pedagojik fırsatlardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, YZ tabanlı araçlar ve uygulamalar, öğrenciler ile kaliteli eğitim arasındaki uçurumu kapatmada, eğitimdeki eşitsizlikleri azaltmada ve kapsayıcı bir öğrenme ortamı sağlamada kritik bir rol oynamaktadır (Erümit ve Sarılioğlu, 2025). YZ okuryazarlığı, gelecekte okuma, yazma ve aritmetik gibi mevcut okuryazarlıkların yanı sıra temel bir beceri olma ihtimali taşıdığından, okullarda YZ içeriğinin öğretilmesine artan bir ilgi vardır (Park et al., 2023). Bunların yanı sıra ChatGPT gibi YZ tabanlı dil botları, bilimsel gerçeklerden ziyade mevcut görüşlere dayalı olsa da, bilim insanlarının veya öğrencilerin belirli konular hakkında temel bilgileri edinmelerine yardımcı olan bir insan-makine arayüzü işlevi görerek bilgiye erişimi zenginleştirmektedir (Luo, 2023). Teknolojinin bu gelişimi, insanları ağır iş yükünden kurtarmayı, doğayı gözlemleme yeteneklerini artırmayı ve iletişimdeki erişilebilirliği zenginleştirmeyi amaçlamaktadır (Luo, 2023).

Özellikle büyük veriyi işleyerek insanlar için karmaşık olan sorunlara hızlı ve etkili çözümler sunabilmesi, YZ'yi eğitimde vazgeçilmez bir unsur haline getirmektedir (Arslan, 2024). Ayrıca, öğretmenlerin iş yükünü azaltarak onlara öğrencilerle birebir ilgilenme ve pedagojik stratejilere odaklanma fırsatı tanınması, YZ'nin eğitimdeki stratejik önemini artırmaktadır (Körükçüoğlu, 2024). Günümüz eğitim ekosisteminde öğretmen, salt bilgi aktarıcısı rolünden sıyrılarak; tasarımcı, analist ve rehber gibi çok katmanlı kimlikleri aynı anda taşımak zorundadır. Ancak sınıf içi dinamiklerin çeşitliliği ve bürokratik süreçlerin yoğunluğu, eğitimcilerin asıl odaklanmaları gereken 'insana dokunma' ve 'ilham verme' misyonunu zaman zaman gölgeleyebilmektedir. Teknolojinin bu noktadaki işlevi, eğitimciyi ikame etmekten ziyade, zaman ve bilişsel enerji gerektiren rutin süreçleri devralarak ona alan açmaktır. Veri analizi, içerik uyarlama ve ölçme-değerlendirme gibi mekanik işlevlerin otomasyona devredilmesi, eğitimin en insani yönü olan öğretmen-öğrenci etkileşimini yeniden merkeze taşımakta ve öğretmenin asıl uzmanlık alanı olan pedagojik tasarıma yönelmesine olanak tanımaktadır. Öğretmene kazandırılan bu stratejik zamanın ve verimliliğin sahada nasıl somutlaştığını anlamak ise YZ'nin eğitimdeki operasyonel kullanım alanlarını detaylıca incelemeyi zorunlu kılmaktadır. Konu ile ilgili Elmas (2026), ilk olarak mevcut yaklaşımların YZ'nin öğretmenin yerini almasından çok öğretmenin pedagojik karar alma süreçlerini, öğrenme tasarımını ve materyal üretimini destekleyen bilişsel bir altyapı olarak konumlanmasını merkeze aldığını belirtmiştir. Ayrıca öğretmenin bu şekilde içerik aktarıcısı rolünden uzaklaşarak öğrenme verilerini yorumlayan, anlamlı öğrenme deneyimleri tasarlayan ve öğrencilerin sosyal-duygusal gelişimini yöneten bir rehber kimliğine dönüşebileceğinden bahsetmiştir. Sonrasında son dönemde küresel ölçekte ortaya çıkan bazı alternatif okul modelleri ve öğretmensiz okul tartışmasını gündeme taşıdığını belirterek bu çerçevede öne çıkan örneklerden Alpha School ile İngiltere'de faaliyet gösteren David Game College örneklerini tartışmıştır. Bu tartışmanın merkezinde yer alan kritik sorunun söz konusu modellerin pedagojik olarak ne ölçüde yenilikçi olduğundan ziyade hangi sosyoekonomik, kültürel ve kurumsal bağlamlarda sürdürülebilir ve ölçeklenebilir oldukları olduğunu belirtmiştir. YZ destekli öğrenme sistemlerinin sunduğu tüm avantajların, pedagojik ve toplumsal sınırlarıyla birlikte ele alınmasının zorunlu olduğunu, öğretmensiz okul söyleminin ötesinde insan etkileşimini merkeze alan dengeli ve bağlamsal çözümlerin önemli olduğunu vurgulamıştır (Elmas, 2026).

1.4 Eğitimde Yapay Zekanın Kullanımı

Eğitimde YZ kullanımı genellikle iki yönelimde ele alınmaktadır: öğrencilerin YZ okuryazarlığını geliştirmeyi amaçlayan "yapay zeka odaklı yönelim" ve yapay zekayı matematik veya fen gibi mevcut disiplinler bağlamında öğreten "disiplin odaklı yönelim" (Park et al., 2023). YZ teknolojileri, eğitim-öğretim süreçlerinde müfredatın uyarlanmasına ve her öğrencinin bireysel ihtiyaçlarının karşılanmasına olanak tanımaktadır (Erümit ve Sarılioğlu, 2025). Bu teknolojiler, öğrenci merkezli pedagojik yaklaşımları destekleyerek, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerine aktif katılımlarını teşvik etmekte ve motivasyonlarını artırmaktadır (Arslan, 2024).

YZ'nın eğitimdeki kullanımı, öğretim ve yönetim süreçlerini kapsayan geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Eğitimde YZ; öğrencilere kişiselleştirilmiş ve uyarlanabilir geri bildirimler sunmak, idari işlemleri kolaylaştırmak, eğitimcilerin ödevleri notlandırmasına yardımcı olmak ve genel öğretim kalitesini artırmak amacıyla kullanılmaktadır (Arslan, 2024). YZ ve makine öğrenimi algoritmaları, öğrenci etkileşimleri ve performansı hakkındaki büyük veri setlerini analiz ederek eğitimciler için değerli içgörüler elde edilmesini sağlamaktadır (Iyamuremye et al., 2024). Ayrıca bu teknolojiler, ödevleri notlandırma, sınav oluşturma ve öğrenci çalışmalarına geri bildirim sağlama gibi rutin idari görevleri otomatikleştirebilmektedir (Iyamuremye et al., 2024).

Kullanım alanları incelendiğinde, YZ'nin eğitimde şu temel fonksiyonları üstlendiği görülmektedir:

- **Kişiselleştirme:** Uyarlanabilir öğrenme sistemleri, öğrencinin performansına göre anlık olarak değişebilen içerik ve materyaller sunmaktadır (Körükçüoğlu, 2024).
- **Veri Analitiği ve İzleme:** YZ, eğitim verilerini analiz ederek eğitimcilerin gözden kaçırabileceği eğilimleri belirlemelerine olanak tanımaktadır. Bu veriye dayalı yaklaşım, öğretmenlere ve okullara öğretim yöntemleri ve müfredat oluşturma konusunda daha istikrarlı kararlar alma imkânı sunmaktadır (Arslan, 2024).

Eğitimde YZ, teorik bir kavram olmanın ötesine geçerek sınıf içi ve dışı süreçlerde somut uygulamalarla yerini almıştır. Eğitimde kullanılan YZ uygulamaları arasında sanal asistanlar, sohbet robotları (chatbots), görüntü oluşturma araçları (Dall-e, Midjourney) ve YZ tabanlı değerlendirme araçları yer almakta, özellikle ChatGPT ve konuşma robotları sıklıkla kullanılmaktadır (Erümit ve Sarılioğlu, 2025). Örneğin, Google tarafından

geliştirilen "Quick, Draw!" gibi çevrimiçi oyunlar, makine öğreniminin tahmine dayalı yeteneklerini sergileyerek öğrencilere yapay zekayı tanıtmak için kullanılmaktadır (Park et al., 2023). Ayrıca, "Orange" gibi yazılımlar, büyük verileri içeren tahmine dayalı modeller oluşturmak için eğitim ortamlarında kullanılabilir (Park et al., 2023).

Alanyazın incelendiğinde, bu uygulamaların çeşitliliği ve kapsamı dikkat çekmektedir:

- **Akıllı Öğretim Sistemleri (Intelligent Tutoring Systems - ITS):** Bu sistemler, öğrencilere birebir özel ders deneyimi sunmayı amaçlayan, öğretmenlerin davranışlarını simüle eden yazılımlardır. Öğrencinin bilgi seviyesini analiz ederek, ona en uygun problemleri sunar, ipuçları verir ve anlık geri bildirim sağlar (Arslan, 2024). ITS, özellikle matematik ve fen bilimleri gibi yapılandırılmış alanlarda öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirmek için kullanılmaktadır (Sarılai, 2025).
- **Diyalog Tabanlı Sistemler ve Sohbet Botları (Chatbots):** Doğal Dil İşleme (NLP) teknolojisiyle güçlendirilmiş sohbet botları, öğrencilerin sorularını 7/24 yanıtlayabilmekte ve onlara rehberlik edebilmektedir. Ayrıca, dil öğreniminde kullanılan chatbotlar, öğrencilerin pratik yapmasına olanak tanıyarak dil becerilerini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Körükçüoğlu, 2024).
- **Otomatik Değerlendirme ve Geri Bildirim Araçları:** YZ, açık uçlu sınav sorularını, makaleleri ve ödevleri değerlendirmede kullanılmaktadır. Bu sistemler, sadece not vermekle kalmayıp, öğrencilere yazım, dilbilgisi ve içerik konusunda detaylı geri bildirimler sunabilmektedir. Örneğin, Turnitin gibi araçlar intihal tespitinin ötesine geçerek yazım kalitesini analiz edebilmektedir (Sarılai, 2025).
- **Üretken Yapay Zeka Araçları (Generative AI):** Son yıllarda popülerleşen ChatGPT, Bard (Gemini) gibi üretken yapay zeka araçları, eğitimde içerik üretimi, ders planlama ve materyal hazırlama süreçlerinde devrim yaratmıştır (Körükçüoğlu, 2024). Öğretmenler bu araçları; ders planı hazırlamak, sınav sorusu oluşturmak, metinleri özetlemek ve farklı öğrenme stillerine uygun materyaller (görsel, video, sunum) üretmek için kullanmaktadır (Körükçüoğlu, 2024). Örneğin, Canva Magic Write gibi araçlar metin oluşturma süreçlerini hızlandırırken, DALL-E 3 gibi araçlar metin tabanlı istemlerden eğitim materyali olarak kullanılacak görseller üretebilmektedir (Körükçüoğlu, 2024). Bununla birlikte YZ araçları, öğretmenlerin ders materyallerini ve içeriklerini hızlı ve etkili bir şekilde geliştirmelerine yardımcı olmakta, interaktif ve uyarlanabilir ders planları oluşturulmasını mümkün

kılmaktadır (Eriçok vd., 2024). YZ destekli bu tür uygulamalar, otomatik değerlendirme sistemleri ve uyarlanabilir öğrenme platformları aracılığıyla öğrenme süreçlerini kişiselleştirme ve öğrencilere gerçek zamanlı geri bildirim sağlama potansiyeline de sahiptir (Arslan, 2020).

- **Sanal ve Artırılmış Gerçeklik (VR/AR) Entegrasyonu:** Yapay zeka destekli sanal laboratuvarlar ve simülasyonlar, öğrencilerin tehlikeli veya maliyetli deneyleri güvenli bir ortamda gerçekleştirmelerine olanak tanımaktadır. Bu teknolojiler, soyut kavramların somutlaştırılmasını sağlayarak, özellikle fen bilimleri alanında derinlemesine öğrenmeyi desteklemektedir (Arslan, 2024; Körükçüoğlu, 2024).

Sonuç olarak, YZ uygulamaları, eğitimde verimliliği artırma, öğrenmeyi bireyselleştirme ve öğretmenleri destekleme konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Ancak bu teknolojilerin entegrasyonu sürecinde, veri güvenliği, etik kaygılar ve öğretmenlerin dijital yetkinliklerinin artırılması gibi hususların da dikkate alınması gerekmektedir (Arslan, 2024). Bu bağlamda, Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan Eğitimde Yapay Zekâ Politika Belgesi ve Eylem Planı (2025-2029) (MEB, 2025) ile Eğitimde Yapay Zekâ Uygulamaları Etik Kılavuzu (MEB, 2026), söz konusu entegrasyonun ulusal yol haritasını ve etik sınırlarını çizmektedir. Politika belgesi, YZ okuryazarlığının artırılması, bireyselleştirilmiş öğrenme sistemlerinin (UKÖS) geliştirilmesi ve veri temelli karar alma mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi stratejik hedeflere odaklanmaktadır. Buna paralel olarak hazırlanan etik kılavuz ise, uygulamaların "insan merkezli" olmasını şart koşmakta; şeffaflık, veri yönetimi ve hesap verebilirlik ilkeleri çerçevesinde, YZ'nin nihai karar verici değil, öğretmene yardımcı bir araç olarak konumlandırılmasını zorunlu kılmaktadır.

Belirlenen eylem planları kapsamında, öğretim programlarının YZ teknolojileriyle uyumlu hâle getirilmesi ve sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) gibi dijital laboratuvar ortamlarının yaygınlaştırılması özellikle hedeflenmektedir. YZ destekli içerik üretimi ve akıllı asistanların, öğretmenlerin ders materyali geliştirme süreçlerine somut katkılar sunması ve soyut kavramların öğretimini kolaylaştırması beklenmektedir. Eğitim teknolojilerindeki bu genel dönüşüm ve sağlanan yeni araçlar, moleküler düzeydeki etkileşimlerin anlaşılmasının zor olduğu ve görselleştirmenin kritik önem taşıdığı disiplinler için de yeni fırsatlar doğurmaktadır. Bu doğrultuda, YZ'nin sunduğu analitik, görselleştirme ve kişiselleştirme imkânlarının, kimya eğitimi özelindeki uygulamaları ve bu alandaki öğrenme süreçlerine etkisinin incelenmesi önem arz etmektedir.

1.5 Kimya Eğitiminde Yapay Zekanın Yeri

Kimya; tıp, eczacılık, biyokimya ve mühendislik gibi birçok farklı disiplinin merkezinde yer alan temel bir bilim dalıdır (Çolak Yazıcı, 2024). Ancak kimya, doğası gereği mikroskobik boyutta birçok soyut kavramı, bilimsel modelleri ve teorileri barındıran bir disiplindir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Öğrencilerin, atomik boyuttaki bu soyut yapıları zihinlerinde canlandırmakta zorlandıkları ve bu durumun kavram yanlışlarına yol açtığı bilinmektedir; düşünebilen ve muhakeme yeteneği olan öğrenciler bile bu derslerde zorlanabilmektedir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023).

Bu bağlamda YZ, kimya eğitiminde sadece teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda pedagojik bir ihtiyaç olarak öne çıkmaktadır. Kimya eğitiminde YZ ve makine öğreniminin müfredatın çeşitli yönlerine (laboratuvar deneyleri, simülasyonlar, sanal laboratuvarlar, veri analizi ve değerlendirme) dahil edilmesine yönelik artan bir ilgi vardır (Iyamuremye et al., 2024). Bu teknolojilerin kimya eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin kimya bilgilerini öğrenme, işleme ve farklı bağlamlarda uygulama biçimlerinde devrim yaratmaktadır (Iyamuremye et al., 2024).

Kimya eğitiminde YZ ve makine öğrenimi teknolojileri, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede ve kimyadaki soyut kavramları somutlaştırmada önemli bir potansiyele sahiptir (Erümit ve Sarılioğlu, 2025). Geleneksel "tek tip" eğitim materyalleri, farklı öğrenme hızlarına sahip öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalabilirken, YZ destekli sistemler öğrencilerin bireysel öğrenme ihtiyaçlarını tespit ederek kişiselleştirilmiş bir öğrenme deneyimi sunabilmektedir (Çolak Yazıcı, 2024).

Ayrıca, kimya eğitiminde laboratuvar uygulamaları hayati öneme sahiptir; ancak kimyasalların maliyeti, güvenlik riskleri ve süre kısıtlamaları gibi nedenlerle her zaman etkili bir şekilde gerçekleştirilememektedir (Çolak Yazıcı, 2024). Bu noktada YZ, sanal laboratuvarlar ve simülasyonlar aracılığıyla öğrencilere tehlikeli veya maliyetli deneyleri güvenli bir ortamda, hata yapma ve bu hatalardan anlık geri bildirim alma imkânı sunarak öğrenme sürecini zenginleştirmektedir (Çolak Yazıcı, 2024; Buluş ve Elmas, 2024).

Kimya, yapıların ve reaksiyonların karmaşıklığı nedeniyle genellikle deneme-yanılma yaklaşımına dayalı bir paradigma izlemektedir; yapay zekanın yüksek boyutlu problemleri çözme yeteneği, bu karmaşıklıkla mükemmel bir uyum sağlayarak kimya araştırmalarında

ve eğitiminde süreci önemli ölçüde ilerletme potansiyeline sahiptir (Luo, 2023). Büyük verinin YZ için bir ön koşul olduğu düşünüldüğünde, teorik hesaplamalar ve deneysel verilerin birleşimi, kimyasal problemlere yönelik güvenilir YZ modelleri oluşturmak için kritik bir strateji sunmaktadır (Luo, 2023). Kimya eğitiminde YZ kullanımı; öğretmenlerin ders tasarım süreçlerinden, öğrencilerin bireysel çalışma rutinlerine kadar geniş bir yelpazeye yayılmaktadır.

1.5.1 Öğretmenler Açısından YZ Kullanımı

Öğretmenler, YZ araçlarını ders planı hazırlamak, sunum oluşturmak, öğrenciye özel materyal üretmek ve ölçme-değerlendirme süreçlerini yönetmek için kullanmaktadır (Çolak Yazıcı, 2024). Ayrıca, YZ destekli sistemler sayesinde öğretmenler, öğrencilerin bir etkinlikte ne kadar zaman harcadıklarını, doğru yanıt sayılarını ve deneme sayılarını analiz ederek, hangi öğrencinin ek eğitime ihtiyacı olduğuna dair veri odaklı kararlar alabilmektedir (Buluş ve Elmas, 2024).

1.5.2 Öğrenciler Açısından YZ Kullanımı

Öğrenciler için YZ, 7/24 erişilebilir bir özel öğretmen işlevi görmektedir. Öğrenciler, anlamadıkları kavramları (örneğin asit-baz tanımları veya redoks tepkimeleri) YZ destekli sohbet robotlarına sorarak anında açıklama ve alternatif örnekler alabilmektedir (Çolak Yazıcı, 2024).

1.5.3 YZ'nin Kimya Eğitiminde Kullanımına Yönelik Sınırlılıklar ve Dikkat Edilmesi Gerekenler

YZ'nin kimya eğitimindeki kullanımı umut verici olmakla birlikte, bazı sınırlılıkları da barındırmaktadır. Yapılan araştırmalar, sohbet robotlarının (ChatGPT, Bard vb.) kimya sorularını yanıtlarken her zaman tam doğru sonuçlar vermediğini, özellikle yorumlama gerektiren "çözümleme" düzeyindeki sorularda hatalar yapabildiğini göstermiştir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Örneğin, yüzey gerilimi ile ilgili sorularda veya moleküler ağırlık kıyaslamalarında YZ'nin yanlış bilgi veya eksik formül sunduğu, hatta yanlış kavramalara neden olabilecek ifadeler kullandığı tespit edilmiştir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Bu nedenle, YZ araçlarının sunduğu bilgilerin öğretmenler ve öğrenciler tarafından mutlaka teyit edilerek kullanılması gerekmektedir (Çolak Yazıcı, 2024).

1.5.4 Kimya Eğitiminde Yapay Zeka Uygulamaları

Kimya eğitiminde kullanılan YZ uygulamaları oldukça çeşitlidir. Örneğin, öğrenciler "Nucleophile's Point of View (NuPOV)" adlı mobil uygulama ile moleküler yapılarla uzamsal etkileşime girebilmektedir (Chiu, 2021). "SimView" sistemi, öğrencilere moleküler kimya ve termodinamik konularında etkileşimli bir laboratuvar öğrenme deneyimi sunmaktadır (Chiu, 2021). ChatGPT gibi üretken YZ araçları, karmaşık kimya konularını daha anlaşılır hale getirmekte, laboratuvar raporları için metin üretimi sağlamakta ve problem çözme süreçlerine destek olmaktadır (Erümit ve Sarılioğlu, 2025). Bilimsel araştırmalarda kullanılan "AlphaFold 2" gibi protein yapısı tahmin araçları ve retrosentez (geriye dönük sentez) planlaması yapan YZ sistemleri de eğitimin içeriğine dahil edilebilecek önemli uygulamalardır (Berber et al., 2025). Bu uygulamalar, işlevlerine göre aşağıda detaylandırılmıştır:

Uyarlanabilir Öğrenme ve Özel Ders Sistemleri:

ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces): Kimya eğitiminde en yaygın kullanılan platformlardan biridir. Öğrencinin neyi bilip bilmediğini belirlemek için uyarlanabilir değerlendirmeler kullanır ve "ustalık temelli" (mastery-based) bir yaklaşımla kişiselleştirilmiş bir öğrenme yolu çizer (Buluş ve Elmas, 2024).

Knewton's Alta ve Smart Sparrow: Bu platformlar, öğrenci performans verilerini analiz ederek, her öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerine göre ders materyallerini anlık olarak uyarlar. Öğrencilerin geri kalmamaları için özel çalışma materyalleri sağlar (Buluş ve Elmas, 2024).

İçerik Üretimi ve Ders Planlama Araçları:

Magic School ve Lessonlab: Öğretmenlerin sınıf seviyesine ve öğrenme hedeflerine (kazanımlara) uygun ders planları, alıştırmalar ve sınıf içi aktiviteler hazırlamasına olanak tanır. Örneğin, Lessonlab uygulaması ile öğretmenler, Marie Curie gibi tarihsel figürlerle sanal sohbetler oluşturarak öğrencilerin ilgisini çekebilir veya Bloom taksonomisine uygun çıkış biletleri (exit tickets) hazırlayabilirler (Çolak Yazıcı, 2024).

Chemintelligence: Kimya alanında uzmanlaşmış sistemler arasında yer alan bu tür yazılımlar, özellikle moleküler tasarım ve reaksiyon optimizasyonu gibi konularda ders materyali oluşturmak için kullanılabilir (Çolak Yazıcı, 2024).

Laboratuvar ve Görselleştirme Araçları:

Sanal Laboratuvarlar (YÖK Sanal Laboratuvarı vb.): Kimyasalların zararları ve maliyeti gibi engelleri aşmak için kullanılan bu uygulamalar, öğrencilere deney yapma

fırsatı sunar. Yapay zeka desteği ile öğrencilerin deney sırasındaki davranışları analiz edilerek anlık geri bildirimler sağlanabilir (Çolak Yazıcı, 2024).

Chem3D ve ChemDrive Ultra: Moleküler yapıların, kimyasal bağların ve reaksiyonların üç boyutlu olarak görselleştirilmesini sağlayan bu araçlar, öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerini destekler (Çolak Yazıcı, 2024).

Sınav ve Değerlendirme Araçları:

Gradescope: Yapay zeka ve makine öğrenimini kullanarak öğretmenlerin not verme sürecini hızlandırır. Kağıt tabanlı kimya sınavlarını ve ödevlerini okuyabilir, benzer cevapları gruplayarak toplu değerlendirme imkanı sunar (Buluş ve Elmas, 2024).

Studymonkey: Öğrencilerin kimya ödevlerine yardımcı olan, soruları saniyeler içinde yanıtlayan ve adım adım çözüm yolları sunan metin tabanlı bir yapay zeka asistanıdır (Çolak Yazıcı, 2024).

1.6 Kimya Eğitiminde YZ Uygulamalarına Yönelik Alanyazın Taraması

YZ teknolojileri, kimya eğitiminde hem öğretmenlerin mesleki gelişimlerini desteklemek hem de öğrencilerin öğrenme süreçlerini zenginleştirmek amacıyla giderek daha fazla kullanılmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, bu uygulamaların kimya eğitiminin farklı boyutlarına entegre edildiği görülmektedir.

1.6.1 Kimya Öğretmeni ve Kimya Öğretmen Adayları ile yapılan çalışmalar

Kimya öğretmenlerinin YZ konusundaki yeterliliklerini artırmayı hedefleyen araştırmalar, öğretmenlerin YZ araçları, YZ okuryazarlığı ve bu alanda ders planı hazırlama konularında kendilerini eksik hissettiklerini ortaya koymaktadır (Yildirim ve Akcan, 2024). Aynı zamanda kimya öğretmenleri, YZ kullanımının kişisel verilerin kaybı, gizlilik ihlalleri, yanıltıcı bilgi sunumu ve başkalarına ait bilgilerin izinsiz kullanımı gibi etik sorunlara yol açabileceği konusunda endişeler taşımaktadır (Yildirim ve Akcan, 2024).

Kimya öğretmen adayları ile yürütülen çalışmalarda ise üretken YZ araçlarının, adayların pedagojik alan bilgilerini (PCK) ortaya çıkarmak ve değerlendirmek için güçlü bir araç olduğu görülmüştür (Blonder et al., 2025). Moleküler ve iyonik maddeler gibi spesifik kimya konularının öğretimi üzerine ChatGPT ile kurulan diyaloglar incelendiğinde, öğretmen adaylarının konuya yönelik pedagojik stratejilerden ziyade sınıf yönetimi ve donanım kullanımı gibi daha yüzeysel lojistik konulara odaklandıkları, dolayısıyla pedagojik gelişimlerinin henüz erken aşamalarında oldukları tespit edilmiştir (Blonder et al., 2025).

1.6.2 Kimya Derslerinde Yapılan ve Görüş Alınan Çalışmalar

Kimya derslerinde YZ kullanımına yönelik öğretmen görüşleri incelendiğinde, bu teknolojinin öğrencilerin YZ okuryazarlığını geliştireceği, kalıcı öğrenmeyi sağlayacağı ve bireyselleştirilmiş öğrenmeyi destekleyeceği düşünülmektedir (Yildirim ve Akcan, 2024). Öğretmenler, yapay zekanın organik kimya, kimyasal reaksiyonlar, moleküller, atomlar ve kimya deneyleri gibi alanlarla doğrudan ilişkili olduğunu belirtmektedir. Ayrıca YZ araçları; kimya konularının görselleştirilmesi, kimya problemlerinin çözülmesi, kimyasal reaksiyonların analiz edilmesi ve laboratuvar deneylerinin planlanması gibi alanlarda dersleri özelleştirmek için son derece faydalı bulunmaktadır (Yildirim ve Akcan, 2024). Spesifik ders uygulamalarında, asit-baz reaksiyonları gibi konularda öğrencilerin bilinmeyen bir asit veya bazın derişimini belirlemek için titrasyon deneyleri yapmalarını içeren uygulamalı laboratuvar etkinliklerinin ve formatif değerlendirmelerin YZ tarafından başarıyla oluşturulabildiği görülmüştür (ElSayary et al., 2025).

1.6.3 Ders Planı YZ ile Yapılan Çalışmalar

YZ destekli ders planlama araçları, öğretmenlere zaman tasarrufu sağlamasının yanı sıra öğrenme hedeflerine uygun içerik üretilmesine yardımcı olmaktadır (ElSayary et al., 2025). Öğretmen adaylarının üretken yapay zeka ile etkileşime girerek ders planlaması yapmaları, teorik bilgilerini pratiğe dökmelerine yardımcı olmakta ve kullandıkları yönlendirici komutlar (prompt) onların pedagojik alan bilgisinin düzeyini yansıtmaktadır (Blonder et al., 2025).

Diğer taraftan, ChatGPT ve Gemini gibi YZ araçları tarafından üretilen ders planlarının içerik analizi yapıldığında; bu planların hedefleri açık, faaliyetleri mantıksal bir sıraya sahip ve uygulanabilir temel bir iskelet sunduğu, ancak gerçek anlamda teknoloji entegrasyonu sunmada zayıf kaldığı görülmüştür (Baytak, 2024). YZ tarafından sağlanan araç gereç listelerinin genellikle beyaz tahta, projektör ve çalışma kağıtları ile sınırlı kaldığı tespit edilmiştir (Baytak, 2024). Bu nedenle, yapay zekanın ürettiği ders planlarının sınıfa doğrudan uygulanmadan önce mutlaka öğretmenler tarafından eleştirel bir düşünce sürecinden geçirilerek bağlama uygun hale getirilmesi, öğrenci farklılıklarına göre uyarlanması ve revize edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (van den Berg and du Plessis, 2023).

Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, yapay zekanın kimya eğitimindeki yansımalarının sadece teorik düzeyde kalmadığı, doğrudan sınıf içi uygulamalara, ders planı

hazırlama süreçlerine ve paydaş görüşlerinin alınmasına dayalı deneysel araştırmalara dönüştüğü görülmektedir. Bu kapsamda öne çıkan yönelimlerden ilki, kimya derslerinde yapay zeka destekli araçların doğrudan kullanılması ve bu süreçlere yönelik öğrenci tutum ile görüşlerinin değerlendirilmesidir. Örneğin, teknolojinin kimya öğretimine entegrasyonu boyutunda Karabacak vd. (2025) tarafından yürütülen çalışmada, YZ destekli bir artırılmış gerçeklik (AG) kimya asistanı geliştirilmiş ve sisteme yönelik öğrenci görüşleri incelenmiştir. Uygulama sonucunda, geliştirilen bu YZ destekli AG asistanının öğrencilerin teknolojiye yönelik tutumlarını olumlu yönde ve büyük bir etki derecesinde artırdığı, öğrencilerin demografik özelliklerinin (cinsiyet veya yaş) ise bu tutum üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı ortaya konmuştur (Karabacak vd., 2025). Benzer şekilde, öğrencilerin uzaktan kontrol edebildiği robotik deney düzenekleri ve akıllı laboratuvar simülasyonları üzerine yapılan araştırmalarda da öğrenci deneyimleri raporlanmaktadır. Chiu (2021) tarafından aktarılan "Virtual Reality Remote Education for Experimental Chemistry (VR2E2C)" adlı sistemde, öğrencilerin akıllı bir robotu uzaktan kontrol ederek deney yapmalarına ya da sistemin deney gösterimlerini izlemelerine olanak tanınmış; bu tür pratik yansımaların insan iş gücünü azaltırken güvenli ve etkileşimli bir öğrenme ortamı sağladığı belirlenmiştir. Sınıf içi modelleme aktivitelerinde de öğrencilerin YZ veri madenciliği süreçlerini bizzat deneyimledikleri uygulamalar da mevcuttur. Park et al. (2023) çalışmasında öğrenciler, "Orange" adlı veri madenciliği yazılımını kullanarak kendi tahmine dayalı modellerini (predictive models) oluşturmuş ve hangi veri setinin en doğru modeli ürettiğini analiz ederek bilimsel süreç becerilerini geliştirmişlerdir. Bu tür veri odaklı uygulamaların ve YZ teknolojilerinin sınıfta tanıtılmasının, öğrencilerin hem kimya kariyerine yönelik motivasyonlarını artırdığı hem de onları geleceğin otomatikleşmiş bilim dünyasına hazırladığı saptanmıştır (Berber et al., 2025; Park et al., 2023).

Kimya eğitiminde YZ uygulamalarını kapsamlı şekilde ele alan Çolak Yazıcı (2024), YZ destekli uygulamaların kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları yaratmadaki rolünü incelemiş; "Lessonlab" ve "Studymonkey" gibi araçların öğretmenlere sınıf seviyesine uygun alıştırma hazırlama ve tarihsel figürlerle sanal sohbetler oluşturma imkânı tanıdığını belirtmiştir. YZ'nin bu pratik rollerine paralel olarak, alanyazında öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bu araçlara yönelik görüşleri de sıklıkla araştırılmaktadır. Aksekili ve Kan (2024) tarafından yapılan çalışmada, öğretmenlerin eğitimde YZ kullanımına ilişkin tutumlarının; 'yapay zekâda aktiflik', 'yapay zekâyâ direnme' ve 'yapay zekâyı benimseme' olmak üzere üç temel boyutta şekillendiği ortaya konmuştur. Araştırmacıların da vurguladığı

üzere, ders süreçlerini planlayan ve yöneten öğretmenlerin bu yeni teknolojilere yönelik sergiledikleri tutumlar, YZ araçlarının ders hazırlığı, materyal geliştirme ve uygulama aşamalarındaki fiili kullanım durumlarını doğrudan etkileme gücüne sahiptir. Saatçioğlu ve Topsakal'a (2025) göre, öğretmen adaylarının YZ'e yönelik genel tutumlarının çoğunlukla orta düzeyde olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca YZ'nin yanlış kavramaların belirlenmesi gibi özel pedagojik amaçlarla öğretmen adayları düzeyinde kullanımını inceleyen Kökver vd. (2025), Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) gibi Doğal Dil İşleme yöntemlerinin öğretmen adaylarının sera etkisi konusundaki yanlış kavramalarını belirlemede insan uzmanlarla yüksek uyum gösterdiğini ve etkili bir değerlendirme alternatifi sunduğunu saptamışlardır.

Buna karşın, öğretmen ve öğretmen adaylarına yönelik yürütülen eğitimler ve atölye çalışmaları, mevcut duruma ilişkin ciddi bir yetkinlik açığını ve eğitim müdahalesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Berber et al. (2025) öğretmenlere yönelik düzenlediği ve "otonom laboratuvarlar" ile "Coscientist" gibi sistemlerin tanıtıldığı atölye çalışmasında, eğitim alan öğretmenler bu teknolojilerin kimya derslerinde mutlaka ele alınması gereken önemli konular olduğunu belirtmiş ve bilimsel metodolojideki bu değişimin öğrencilere aktarılması gerektiği yönünde olumlu görüş bildirmişlerdir (Berber et al., 2025). Öğretmen adaylarının YZ okuryazarlık düzeylerinin farkındalık, kullanım, değerlendirme ve etik boyutlarında genel olarak orta düzeyde kalması, bu teknolojilerin sınıf ortamlarına bilinçli entegrasyonu önünde bir sınırlılık oluşturabilir. Erdoğan ve Çakır'ın (2024) çalışmasında da işaret edildiği üzere, YZ'nin eğitimde etkili ve etik bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmen eğitim programlarının bu alanda kapsamlı bir içerikle zenginleştirilmesi bir zorunluluktur. Adayların YZ uygulamalarının sınırlarını bilmesi ve öğrencilerin bağımsız düşünme becerilerini destekleyecek şekilde nasıl kullanılabileceği üzerine rehberlik sunulması ihtiyacı (Erdoğan ve Çakır, 2024), öğretmen adaylarına yönelik pratik ve araç odaklı eğitimlerin tasarlanmasının temel gerekçesini oluşturmaktadır. Bu yetkinlik eksikliği; üretken YZ'nin kimya alanındaki sorularda düşük performans göstererek yanlış kavramalar içeren çıktılar üretebilmesi (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023) ve halüsinasyon, yanlışlık gibi etik riskler barındırması nedeniyle (Erümit ve Sarılioğlu, 2025) daha da kritik bir hal almaktadır. Öğretmenlerin YZ ile oluşturdukları ders planlarını ve bilgileri eleştirel bir süzgeçten geçirebilmeleri, öğrencilerin kişisel verilerinin güvenliğini koruyabilmeleri için Millî Eğitim Bakanlığı (2026) ve Yükseköğretim Kurulu'nun (2024) ilgili etik rehberlerinde belirtildiği üzere, üretilen çıktıların doğruluğundan yasal ve etik olarak bizzat sorumlu olduklarının bilincine varmaları için nitelikli bir eğitimden geçmeleri gerekmektedir.

Öğretmen eğitimi perspektifinden bakıldığında Huwer et al. (2025), YZ'nin kimya eğitimine entegrasyonu için öğretmenlerin "YZ ile ve YZ hakkında" öğretim yapabilmeleri gerektiğini savunarak DiKoLAN AI çerçevesini önermişlerdir. Feldman-Maggor et al. (2025) ise öğretmenlerin üretken YZ araçlarını etkili kullanabilmeleri için Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) çerçevesinin, "istemi mühendisliği" (prompt engineering) yetkinliklerini kapsayacak şekilde genişletilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

1.7 Araştırmanın Önemi

Eğitim sistemleri, öğretmen merkezli yaklaşımlardan öğrenci merkezli modellere doğru evrilirken, geleneksel eğitim anlayışları yerini giderek eğitim teknolojileriyle desteklenen yenilikçi öğretim stratejilerine bırakmaktadır. Bu dönüşüm, öğrencilerin öğrenme sürecinde daha etkin rol almalarını, bireysel farklılıklarına uygun öğrenme fırsatlarına erişmelerini ve öğrenmeyi yapılandırarak anlamlandırmalarını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, eğitim teknolojilerindeki bu dönüşümün doğal bir uzantısı olarak YZ uygulamaları; öğrenme süreçlerini anlık veriler üzerinden izleyerek uyarlayabilen, öğrenci ihtiyaçlarına göre içerik ve geri bildirim sunabilen yeni öğretim yaklaşımlarının geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Bu çerçevede, eğitim teknolojilerinin sunduğu esneklik ve kişiselleştirme olanakları, YZ temelli araçlarla daha sistematik ve veri temelli bir yapıya dönüşmektedir. Özellikle öğretim süreçlerinin planlanması ve ders materyallerinin hazırlanmasında YZ uygulamaları, öğretmen rollerini ve pedagojik karar alma süreçlerini yeniden tanımlayan bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Genel olarak fen ve özel olarak da kimya eğitiminde YZ araçlarının ders planı ve materyal hazırlama süreçlerine entegrasyonu ve bu teknolojinin öğretim süreçlerini dönüştürme potansiyeli olduğu belirtilmektedir (Buluş ve Elmas, 2024; Çolak Yazıcı, 2024). Öğretmenlerin rolü, idari süreçleri YZ'ye devrederek elde ettiği zamanı, öğrenmeyi kişiselleştirmeye ve YZ çıktılarının doğruluğunu ve pedagojik uygunluğunu denetlemeye ayırmak daha yararlı olacaktır. Diğer taraftan, YZ'nin faydalarının gerçekleşme düzeyi, büyük ölçüde kullanıcının istem kalitesine bağlıdır ve bu alanda hâlâ araştırma boşluklarının bulunduğu vurgulanmaktadır. YZ'den en yüksek faydayı sağlamak için, eğitimcilerin istem mühendisliği becerilerini geliştirmeleri ve bu araçların sınırlılıklarını bilmeleri kritik önem taşımaktadır. YZ, ders planlamada önemli bir yardımcı olsa da çıktıların doğruluğu konusundaki sınırlılıklar nedeniyle titiz bir değerlendirme ve insan uzmanlığı gerektirmektedir.

YZ uygulamaları, öğretmenlerin ders planı, etkinlik planları ve sınav soruları oluşturma gibi rutin görevlerini otomatikleştirmede ve iş yükünü azaltmada yardımcı olduğu çalışmalarda belirtilmektedir (Dağlı, 2024). Çolak Yazıcı (2024), öğretmenlerin, YZ araçlarını kullanarak eğitim süreçlerini daha nitelikli bir şekilde tasarlama konusunda destek alabileceklerini belirtmiştir. Ayrıca YZ, öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına, güçlü ve zayıf yönlerine odaklanarak kişiselleştirilmiş öğrenme deneyimleri de sunmaktadır.

YZ'nin sağladığı kolaylıklara rağmen, üretilen içeriğin doğruluğu ve pedagojik ince ayırımı yakalama yeteneği sınırlıdır. Dağlı (2024) tarafından YZ uygulamaları tarafından üretilen içeriğin her zaman doğru veya eksiksiz olmayabileceği belirtilmiştir. Kimya sorularının cevaplanmasına yönelik yapılan bir çalışmada, YZ sohbet robotlarının yanıtlarının çoğunun "kısmi doğru" olarak değerlendirildiği belirlenmiştir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Yorumlama gerektiren üst düzey bilişsel sorularda YZ'nin zorlandığı görülmüştür (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Ayrıca YZ tarafından üretilen metinlerde duygu eksikliği olduğu, katı mantıksal kalıplar barındırdığı ve bazı sözcükleri çok sık kullandığı belirtilmiştir. Bu durum, edebî metinlerde olduğu gibi, eğitim materyallerinde de estetik ve duygusal boyutun eksik kalabileceğine işaret etmektedir (Sevinç ve Yılmaz Özelçi, 2025). Sanatta bütün esas iken, YZ üretimi teknik bir üretimdir ve duygusal tecrübe ürünü değildir (Sevinç ve Yılmaz Özelçi, 2025).

Bu açıklamalar ve YZ tarafından oluşturulan ders planlarının beklenen ders süresinden daha uzun olabilmesi gibi hatalar nedeniyle, üretilen materyallerin eğitim ortamında kullanılmadan önce öğretmen tarafından dikkatli bir inceleme ve düzenleme gerektirdiği sonucuna varılmıştır (Dağlı, 2024). Bu durum YZ'den elde edilen verimin en üst düzeye çıkarılması, büyük ölçüde kullanıcının istemleri doğru biçimde yapılandırma becerisine de bağlıdır. Öğretmen adayları ile yapılan çalışmalarda, doğru istemlerle derinlikli bir metin elde edilebileceğini vurgulanmıştır (Sevinç ve Yılmaz Özelçi, 2025). Bu, kullanıcının istediği üslubu, detayları ve hatta örnek metinleri doğru bir şekilde tanımlamasını gerektiren bir beceridir (Sevinç ve Yılmaz Özelçi, 2025). Yapay zekâ araçlarıyla kurulan etkileşimin niteliği ve elde edilen çıktıların anlamlılığı, büyük oranda yapılandırılmış bilgi istemlerine (prompt) bağlıdır; nitekim iyi tasarlanmış istemler bilgilendirici yanıtlar sağlarken, hatalı yapılandırmalar anlamsız sonuçlara yol açabilmektedir (Tonga, 2024). YZ'nin konu alanındaki (örneğin kimya) performansını inceleyen bazı çalışmalar, robotlara her bir sorunun sadece bir kez sorulması gibi kısıtlı bir metodoloji kullanmıştır (Yalçın-Çelik ve K.

Çoban, 2023). Bu, araştırmacıların, tekrarlı istem girişinin veya bağlamı iyileştiren ek ifadelerin kullanılmasının YZ'nin cevaplarının doğruluğunu artırıp artırmayacağını yeterince belirleyemediği anlamına gelmektedir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023). Bu eksiklik, YZ'nin yetersizliğinin bir kısmının, kullanılan istemlerin düşük kalitesinden kaynaklanabileceği hipotezini güçlendirmektedir (Yalçın-Çelik ve K. Çoban, 2023).

Sonuç olarak alan yazındaki bulgular ve teorik vurgular ışığında, kimya öğretmen adaylarının ÜYZ araçlarını (ChatGPT, Gemini, NotebookLM, Claude, Poe vb.) sadece basit birer içerik üreticisi olarak değil, veri güvenliğini, bilimsel dürüstlüğü ve pedagojik niteliği gözetken birer "dijital pedagojik asistan" olarak kullanabilmeleri için yapılandırılmış bir "istem (prompt) mühendisliği" eğitimine tabi tutulmaları bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır. Bu gereklilik, kimya öğretmen adaylarının ders planlama süreçlerinde YZ'yi nasıl yönlendirdiklerinin, bu süreçte ne tür deneyimler yaşadıklarının ve sistematik bir eğitim müdahalesiyle bu pedagojik dijital asistan kullanım becerilerinin nasıl dönüştüğünün derinlemesine incelenmesini zorunlu kılarak bu araştırmanın temel problemini ve çıkış noktasını oluşturmaktadır.

1.8 Araştırmanın Amacı ve Alt Problemleri

Bu çalışmanın amacı, kimya öğretmen adaylarının üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlamaya yönelik görüşlerini, bu süreçteki kullanım durumlarını ve ders planı hazırlarken izledikleri yolları eğitim öncesi ve eğitim sonrası bağlamında incelemektir. Çalışmada, öğretmen adaylarının üretken yapay zekâ araçlarını ders planı hazırlama sürecinde nasıl kullandıkları, bu araçlardan hangi amaçlarla yararlandıkları, ders planı hazırlarken nasıl bir yol izledikleri ve verilen eğitim sonrasında bu sürece ilişkin görüşlerinde ve uygulama biçimlerinde nasıl bir değişim ortaya çıktığı belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlamaya yönelik verilen eğitimi nasıl değerlendirdiklerinin ortaya konulması da amaçlanmıştır. Bu genel amaç doğrultusunda çalışmada aşağıdaki alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Kimya öğretmen adaylarının eğitim öncesinde üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlama durumları, bu sürece ilişkin görüşleri ve ders planı hazırlarken izledikleri yollar nelerdir?

2. Kimya öğretmen adaylarının eğitim sonrasında üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlama durumları, bu sürece ilişkin görüşleri ve ders planı hazırlarken izledikleri yollar nelerdir?
3. Kimya öğretmen adayları, üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlamaya yönelik verilen eğitimi nasıl değerlendirmektedir?

1.9 Araştırmanın Sayıtları

1. Kimya öğretmen adaylarının ikili görüşmelerde içten yanıtlar verdiği varsayılmıştır.
2. Kimya öğretmen adaylarının ders planlarını hazırlarken yapay zeka dışında farklı kişilerden yardım almadığı ve birbirleri ile bağlantı kurmadığı varsayılmıştır.

1.10 Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Çalışma 3. ve 4. Sınıfa devam eden kimya öğretmen adayları ile sınırlandırılmıştır.
2. Zaman olarak 2025-2026 eğitim-öğretim yılında toplanan verilerle sınırlandırılmıştır.
3. Veri toplama araçları olarak “Ön İkili Görüşme Soruları”, “Son İkili Görüşme Soruları” ve “Ders Planları” ile sınırlandırılmıştır.

2. YÖNTEM

Bu kısımda; araştırmanın modeli, araştırmanın örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

2.1 Çalışmanın Yöntemi

Bu çalışmada, ders planı hazırlama sürecinde üretken yapay zekâ araçlarının pedagojik amaçlarla nasıl yönlendirilerek kullanılabileceğine ilişkin bir eğitim uygulaması öncesi ve sonrası süreçleri incelemeyi amaçlayan, sürecin zaman içinde nasıl işlediğini ve nasıl dönüştüğünü anlamaya odaklanan Yin'in (2018) tek durum çalışması yaklaşımı temel alınarak süreç odaklı bir nitel tek durum deseni benimsenmiştir.

2.2 Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu, kimya öğretmenliği programı 3. ve 4. sınıflarına devam eden ve çalışmaya gönüllü katılan kimya öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Çalışma grubu seçiminde, kimya eğitimi anabilim dalı öğrencilerinden ÜYZ araçlarını daha önce kullananlardan ve çalışmaya zaman ayırabilecek öğretmen adayları olması da dikkate alınmıştır. Bu nedenle çalışma grubu belirlenmesinde *uygun örnekleme yöntemi* kullanılmıştır.

Nitel araştırmalarda *uygun örnekleme*, araştırmacının erişimi en kolay, zaman, mekân ve maliyet açısından ulaşılabilir katılımcıları veya durumları örnekleme dâhil etmesi olarak tanımlanır. Patton (2015), uygun örnekleme olasılıklı olmayan örnekleme türleri arasında ele almakta ve bu yaklaşımın temel belirleyicisinin erişilebilirlik olduğunu, kuramsal temsiliyet veya evrene genelleme iddiası taşımadığını vurgulamaktadır. Benzer şekilde Creswell and Poth (2018), uygun örneklemenin özellikle keşfedici nitel çalışmalar, pilot araştırmalar ve erişim kısıtlarının bulunduğu bağlamlarda tercih edildiğini; bu tür çalışmalarda amacın yaygınlık belirlemekten ziyade, katılımcıların deneyimlerini ve anlamlandırmalarını derinlemesine incelemek olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle uygun örnekleme, araştırmacıya pratiklik sağlarken, bulguların genellenebilirliğini sınırlayan bir örnekleme yaklaşımı olarak kabul edilir ve kullanımı, çalışmanın amacı ve sınırlılıkları açıkça gerekçelendirilerek raporlanmalıdır (Merriam and Tisdell, 2016).

Çalışma grubu olarak iki grup yer almaktadır. İlk grup ön görüşmeye katılan ve kimya öğretmen adaylarının ÜYZ kullanım durumlarının incelendiği 4. sınıf düzeyinden 14 ve 3. sınıf düzeyinden 10 olmak üzere 19'u kadın ve 5'i erkek toplama 24 kimya öğretmen adayından oluşmaktadır.

İkinci çalışma grubu, ilk grupta yer alan 24 kimya öğretmen adayından kendilerine verilen eğitime katılan ve sonrasında ikili görüşmeye katılan ve iki adet ders planı hazırlayan 4. sınıf düzeyinden yedi ve 3. sınıf düzeyinden dört olmak üzere yedisi kadın ve dördü erkek toplama 11 kimya öğretmen adayından oluşmaktadır.

Etik ilkeler çerçevesinde yürütülen tez çalışması başlamadan önce Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Etik Komisyonu'ndan gerekli etik izin alınmıştır (EK A) ve uygulamam öncesi çalışma kapsamı öğretmen adaylarına açıklanarak onam formu doldurtulmuştur.

2.3 Veri Toplama ve Analizi

Ders planlarını öğretim öncesinde ve sonrasında nasıl hazırladıklarının belirlenmesi ve ders planı hazırlama süreçlerine ve verilen eğitime yönelik görüşlerinin alınması amacıyla veriler çalışma öncesi ve sonrası şeklinde farklı iki adet görüş formu kullanılarak ikili görüşme ile yüz yüze toplanmıştır. Ön görüşme formu ilk olarak araştırmacı tarafından hazırlanmış ve sonrasında danışmanın incelemesi ile ilk taslak sürümü oluşturulmuştur. Daha sonra çalışmalarında ÜYZ kullanan bir öğretim üyesi tarafından hem soruları hem de soruların anlaşılabilirliği açısından inceletilerek son hale getirilmiştir. Ön görüş formu iki öğretmen adayına uygulanmış ve soruların tamamının kullanımının uygun olmasının belirlenmesi ardından tüm sorular ikili görüşmede sorulmuştur. Sadece görüşme formunda yer alan sorulara yeterince cevap alınmaması durumunda sonda sorular ile öğretmen adaylarından cevaplarını açmaları istenmiştir. Son görüş formunun geliştirilmesinde de benzer yol izlenmiştir.

Çalışmada öğretmen adaylarının görüşlerinin yanı sıra, eğitim öncesi ve eğitim sonrası hazırladıkları ders planları da destekleyici veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Ders planları, adayların üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlama sürecinde izledikleri yolların genel olarak anlaşılmasına katkı sağlamak amacıyla incelenmiştir.

Çalışmada, ikili görüşme ile toplanan verilerin geçerliliğini ve güvenilirliğini artırmak için *çeşitleme (triangulation)* amacıyla ders planı ile veri toplamaktadır. Nitel araştırmalarda çeşitleme, bir olguyu farklı açılardan ele alarak bulguların güvenilirlik ve geçerliliğini artırmayı amaçlayan temel bir stratejidir. Bu yaklaşım, birden fazla veri kaynağı, yöntem ya da bakış açısı kullanarak tek bir yöntemle elde edilen verilerin olası önyargı ve sınırlılıklarını aşar; böylece elde edilen sonuçların tutarlılığı daha sağlam bir şekilde sınanır (Carter et al., 2014). Patton'un (2015), çeşitlemeyi, farklı veri kaynaklarının karşılaştırılması ve bu veriler arasındaki örtüşmelerin incelenmesiyle geçerliliği test etmek için etkin bir yöntem olduğunu belirtir. Bu nedenle çalışmada, sadece ikili görüşmelerle değil farklı bir veri türü olarak ders planı gibi belgelerle de veri toplayarak araştırma içindeki tutarlılığın ve veri bütünlüğünün artırılması, elde edilen temaların ve yorumların daha kapsamlı bir doğrulamasını sağlanmaya çalışılmıştır. Böylece her bir veri kaynağı, diğeriyle çapraz kontrol edilerek yorumların ve sonuçların dayandığı kanıt tabanı güçlendirilebilmiştir (akt Carter et al, 2014).

Bu çalışmada kimya öğretmen adaylarına dört saatlik işlik çalışması şeklinde verilen eğitimin kapsamı aşağıdaki şekildedir: ChatGPT, Gemini, NotebookLM, Claude, Poe gibi üretken yapay zekâ (ÜYZ) destekli metin tabanlı araçlar tanıtılmış, sonrasında bu araçların ders planı hazırlanmasında nasıl kullanılacağına yönelik bir eğitim verilmiştir. Ayrıca genel olarak ve özelde ders planı hazırlamada ÜYZ kullanımında dikkat edilecek etik ilkeler öğrencilere açıklanarak, bu konuda nelere dikkat etmeleri gerektiğine yönelik açıklamalara yer verilmiştir.

2.4 Veri analizi

İkili görüşmelerin tamamı NotebookLM ile öncelikle yazılı hale getirilmiştir. Öğretmen adaylarına (Ö1, Ö2, Ö3,.....) şeklinde kodlar verilmiştir. Veriler araştırmacı ve danışmanı tarafından tümdengelimsel yaklaşıma dayalı *içerik analiz* kullanılarak analiz edilmiştir. İlk analiz sonucu iki araştırmacı arasındaki uyum %85 olarak belirlenmiş ve sonrasında araştırmacı ve tez danışmanı birlikte tüm verilerinin analizini kontrol ederek son hale getirmişlerdir. Sonrasında veriler tablolaştırılarak frekans (f) ve yüzde (%) şeklinde sunulmuştur.

3. BULGULAR

Bu bölümde bulgular her bir araştırma sorusuna cevap oluşturacak şekilde ayrı ayrı sunulmuştur.

3.1 Birinci Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Çalışmanın ilk araştırma sorusunda, kimya öğretmen adaylarının eğitim öncesinde üretken yapay zekâ destekli ders planı hazırlama durumları, bu sürece ilişkin görüşleri ve ders planı hazırlarken izledikleri yollar araştırılmıştır. Bu amaçla ilk olarak kimya öğretmen adaylarına bugüne kadar derslerinde YZ kullanıp kullanmadıkları soruldu. Görüşmeye katılan 24 öğretmen adayının tamamı derslerinde YZ araçlarından yararlandıklarını belirtmişlerdir. Daha sonra öğretmen adaylarına hangi YZ araçlarını, bu araçları hangi amaçlarla ve hangi derslerde kullandıkları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan kullanılan YZ araçlarına ait bulgular Tablo 3.1.1’de yer almaktadır. YZ kullanım amaçlarına ait bulgularda Tablo 3.1.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.1.1: Kimya öğretmen adaylarının tercih ettikleri YZ araçları

Kullanılan YZ aracı	Kimya öğretmen adayları	f	%
ChatGPT	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	24	100.0
Gemini	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	21	87.5
Microsoft (Bing / Copilot)	Ö1, Ö2, Ö4, Ö7, Ö18	5	20.8
DeepSeek	Ö10, Ö11, Ö21, Ö22	4	16.7
Canva	Ö5, Ö8, Ö11, Ö18	4	16.7
MolView	Ö13, Ö14, Ö21	3	12.5
Know Unity	Ö8, Ö18	2	8.3
Grok	Ö1	1	4.2
CapCut	Ö8	1	4.2
Gamma	Ö11	1	4.2
PhET	Ö14	1	4.2
Eduaide.ai	Ö14	1	4.2
Quizizz	Ö14	1	4.2
MagicSchool	Ö14	1	4.2
Siri	Ö16	1	4.2
Mentimeter	Ö19	1	4.2
Web 2.0 Araçları	Ö24	1	4.2

Tablo 3.1.1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının tamamının ChatGPT'yi kullanıldığı görülmektedir. Bunu %87.5'lik bir oranla Gemini takip etmektedir. Microsoft Bing/Copilot (%20,8) ve DeepSeek (%16,7) ise oranlarında tercih edilen genel amaçlı metin üretme ve sorgulama araçları olduğu görülmüştür. Öte yandan Tablo 3.1.1'in alt sıralarına doğru inildikçe, öğretmen adaylarının alanlarına özgü ihtiyaçları için özellikli araçlara yöneldiği görülmektedir. Örneğin; tasarım ve görsel odaklı ihtiyaçlar için Canva (%16.7), kimyasal moleküllerin görselleştirilmesi için MolView (%12.5), etkileşimli eğitim ve ölçme-değerlendirme için Eduaide.ai, Quizizz, Mentimeter ve video düzenleme için CapCut gibi çeşitli teknolojik araçlar, adayların ders planlamalarını zenginleştirmek için (her biri %4.2 oranında da olsa) sürece dâhil etmektedirler.

Tablo 3.1.2: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanım amaçları

Kullanım amacı	Kimya öğretmen adayları	f	%
Soru Çözümü / Zor Soruları	Ö2, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14,	17	70.8
Çözdürme / Ödev Yardımı	Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23		
Görsel, Grafik, Afiş veya Model Oluşturma (3 Boyutlu gösterim vb.)	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö24	17	70.8
Soru Üretme / Soru Hazırlatma	Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö13, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22	16	66.7
Senaryo ve Etkinlik Yazma / Üretme	Ö2, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23	15	62.5
Kavramsal Açıklama / Kavram Öğrenme / Bilgi Alma	Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö8, Ö13, Ö17, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23	12	50.0
Deney Üretme / Tasarlama ve Laboratuvar Hazırlığı	Ö6, Ö7, Ö12, Ö13, Ö14, Ö18, Ö20, Ö21, Ö23, Ö24	10	41.7
Ders İçeriği, Konu Anlatımı veya Ders Planı Üretme	Ö3, Ö4, Ö5, Ö9, Ö14, Ö15, Ö16, Ö18, Ö19	9	37.5
Araştırma / Makale Taraması / Sunum Hazırlama	Ö1, Ö3, Ö4, Ö15, Ö17, Ö19, Ö23	7	29.2
Föy Doldurma	Ö10, Ö11, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö23	7	29.2
Ölçme Değerlendirme Fikirleri Alma / Test Oluşturma	Ö3, Ö5, Ö20, Ö24	4	16.7

Tablo 3.1.2 verileri, öğretmen adaylarının YZ'i daha çok "bireysel akademik destek" ve "öğretimsel materyal üretimi" amaçlı kullandığını ortaya koymaktadır. En yüksek oranda görülen iki ihtiyaç (%70.8); tıkanıklıkları noktalarda soru çözdürme/ödev yardımı alma ve kimya derslerinin soyut doğasını somutlaştırmak için görsel, grafik ve 3 boyutlu model oluşturmaktır. İkinci büyük kullanım alanı ise pedagojik asistanlıktır. Öğretmen adayları

YZ'yi sıklıkla soru üretmek (%66.7) ve senaryo/etkinlik yazmak (%62.5) için kullanarak ders planlama süreçlerinde kendi üzerlerindeki iş yükünü hafifletmektedirler. Laboratuvar ve uygulama boyutunda ise adayların %41.7'si deney tasarlama veya föylere yönelik rehberlik arayışındadır. Buna karşın, sınav ve test oluşturma veya öğrencilere rehberlik/ders çalışma programı hazırlama gibi ölçme değerlendirme ve sınıf içi rehberlik görevlerinde YZ'ye başvurma oranının (sırasıyla %16.7 ve %12.5) oldukça düşüktür.

İlk soruda bu sorunun devamı olarak YZ araçlarını daha çok hangi derslerde kullandıkları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.1.3: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı kullanılan ders türleri

Ders Türleri	Kimya öğretmen adayları	F	%
Alan Dersleri / Kimya Dersleri	Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23	16	66.7
Genel Meslek Dersleri / Eğitim Dersleri (Öğretim Teknolojileri, Program Geliştirme vb.)	Ö1, Ö3, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö23	14	58.3
Alan Eğitimi Dersleri (Kimya Öğretimi vb.)	Ö2, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö19, Ö20	7	29.2
Genel Kültür Dersleri (Dijital Okuryazarlık vb.)	Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö17, Ö18, Ö21	7	29.2
Laboratuvar Dersleri / Föyler	Ö5, Ö11, Ö14, Ö15, Ö20	5	20.8
Staj / Okul Deneyimi	Ö10, Ö15, Ö16, Ö22, Ö24	5	20.8
Bağımsız Ödev / Proje Tasarlama Dersleri	Ö4, Ö15	2	8.3

Tablo 3.1.3 verilerine göre, kimya öğretmeni adayları YZ araçlarını en çok (%66.7) zorlayıcı sayısal ve soyut kavramların yer aldığı kimya alan derslerinde kullanmaktadır. Bunu %58.3 oranıyla, sunum hazırlama ve materyal tasarımı gibi pedagojik ihtiyaçların ön plana çıktığı genel meslek ve eğitim dersleri takip etmektedir. Öğretmen adaylarının sadece teorik derslerde değil; staj, okul deneyimi ve laboratuvar gibi uygulamalı süreçlerde de föy doldurma veya senaryo hazırlığı yapmak için YZ'den destek aldıkları görülmektedir.

Kimya öğretmen adaylarına YZ kullanımının eğitime katkıları olup olmadığı sorulmuş ve varsa bu katkıların, nasıl olduğu sonda sorularla açılarak sorgulanmıştır. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.1.4: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracının eğitime katkı sağlaması ile ilgili görüşler

YZ kullanım görüşü	Kimya öğretmen adayları	f	%
Eğitime Katkı Sağlar	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	24	100.0
Faydalı Bulma	Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	21	87.5
Yararlı / Kullanışlı Bulma	Ö3, Ö4, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö22, Ö23, Ö24	16	66.7

Tablo 3.1.4 verileri incelendiğinde, görüşmeye katılan 24 kimya öğretmeni adayının tamamının YZ araçlarının eğitim süreçlerine entegre edilmesinin öğrenmeye ve sürece olumlu katkılar sağladığı konusunda hemfikir olduğu görülmektedir. Eğitimde zaman tasarrufu sağlaması, bilgiye hızlı ulaşım imkânı tanınması ve farklı bakış açıları sunması, adayların bu araçları eğitime katkı bağlamında %100 oranında desteklemelerinin temel nedenleridir. Bununla birlikte adayların büyük bir çoğunluğu (%87.5) yapay zekâ araçlarını doğrudan "faydalı" olarak nitelendirmektedir. Ancak konu "kullanışlılık" boyutuna geldiğinde bu oranın (%66.7) bir miktar düştüğü dikkat çekmektedir.

Dördüncü soruda kimya öğretmen adaylarına YZ kullanımının ilişkin riskler veya sınırlılıklar konusundaki görüşleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.1.5: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı riskleri ve sınırlılıkları olması ile ilgili görüşler

YZ kullanım görüşü	Kimya öğretmen adayları	f	%
Sınırlılıkları olması	Ö1, Ö2, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	23	95.8
Riskli bulma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22	15	62.5

Tablo 3.1.5 verileri incelendiğinde, öğretmen adaylarının neredeyse tamamının (%95.8) yapay zekâ araçlarının eğitime entegrasyonunda ciddi sınırlılıklar olduğunu düşündüğü görülmektedir. Katılımcılar bu sınırlılıkları daha çok sistemsel ve teknik yetersizlikler olarak tanımlamaktadır; özellikle fizikokimya ve analitik kimya gibi sayısal hesaplama gerektiren zor konularda YZ'nın yanlış formüller kullanması, uydurma kaynaklar sunması ve soruları yüzeysel açıklamalarla geçiştirmesi en sık vurgulanan sınırlılıklar olmuştur. Öte yandan,

öğretmen adaylarının yarıdan fazlası (%62.5) YZ araçlarının belirgin riskler barındırdığını ifade etmiştir. Bu risklerin başında, öğrencileri ve öğretmenleri doğrudan hazır bilgiye alıştırarak zihinsel tembelliğe itmesi ve düşünme becerilerini köreltmesi gelmektedir. Ayrıca kişisel verilerin korunmasındaki güvenlik açıkları, bilgi hırsızlığı/izinsiz kullanım gibi etik ihlaller ve yanlış bilgiye yönlendirerek öğrencilerde kavram yanılgılarına sebep olma ihtimali, adayları en çok endişelendiren diğer kritik risk faktörleri olarak ön plana çıkmaktadır.

Beşinci soruda kimya öğretmen adaylarına YZ derslerde kullanırken kendilerini nasıl değerlendirildiği sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.1.6: Kimya öğretmen adaylarının YZ derslerde kullanımı konusunda kendilerini değerlendirme durumları

Kendini değerlendirme durumu	Kimya öğretmen adayları	f	%
İyi bulma	Ö3, Ö9, Ö10, Ö12, Ö13, Ö15, Ö17, Ö20, Ö21, Ö22	10	41.6
Yeterli bulma	Ö2, Ö6, Ö7, Ö11, Ö14, Ö16, Ö18	7	29.2
Çok yeterli bulmama	Ö1, Ö4, Ö5, Ö8, Ö19, Ö23, Ö24	7	29.2

Tablo 3.1.6 verilerine göre, kimya öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğu (%70.8) yapay zekâ araçlarını derslerde kullanma konusunda kendilerini "yeterli" veya "iyi" seviyede görmektedir. Bu adaylar, araçları aktif kullanarak yetkinlik kazandıklarını ve derslerine başarıyla entegre edebildiklerini ifade etmiştir. Buna karşılık, kendini "çok yeterli hissetmeyen" 7 aday (%29.2) ise sadece temel düzeyde kullanım yapabildiklerini; detaylı istem (prompt) yazma ve yapay zekâyı amaca uygun yönlendirme konularında zorlandıkları için bir eğitime ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir.

Altıncı soruda kimya öğretmen adaylarına YZ araçlarını ders planı hazırlamada kullanım durumu ve kullanmayı motive eden unsurlar sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan kullanma durumalarına ait analizler Tablo 3.1.7 ve motivasyon durumu ile ilgili görüşlerine ait bulgular Tablo 3.1.8'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.7: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlama durumu ile ilgili görüşler.

Ders planı hazırlama YZ kullanım durumu	Kimya öğretmen adayları	f	%
Evet	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23	22	91.6
Hayır	Ö15, Ö24	2	8.4

Tablo 3.1.7 incelendiğinde, görüşmeye katılan 24 kimya öğretmeni adayından 22'sinin (%91.6) ders planı hazırlama süreçlerinde YZ araçlarından aktif olarak yararlandığı ifade ettiği görülmektedir. Yalnızca iki katılımcı (%8.4), YZ'nın bu konuda başarılı olabileceğine inanmadığı veya araca güvenmediği için ders planı hazırlamadığını ifade etmiştir.

Tablo 3.1.8: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlamada motivasyon durumu ile ilgili görüşler.

Motivasyon nedeni	Kimya öğretmen adayları	f	%
Farklı fikir, etkinlik çeşitliliği, alternatif materyal ve yaratıcılık sunması	Ö2, Ö3, Ö5, Ö9, Ö10, Ö16, Ö21, Ö23	8	33.3
Zaman tasarrufu, hız ve pratiklik sağlaması	Ö1, Ö4, Ö9, Ö10, Ö17, Ö19, Ö23	7	29.1
Süreci/işi kolaylaştırması ve düzenli akış sunması	Ö2, Ö5, Ö12, Ö21	4	16.6
Şablon/Örnek sunması ve yanlış yapmayı engellemesi (Rehberlik)	Ö7, Ö20, Ö22	3	12.5
Metinleri düzenleme, ayrıntılandırma ve akademik dile çevirme	Ö11, Ö13, Ö18	3	12.5
Diğer (Merak, teknolojiye uyum ve çaresizlik/yardım ihtiyacı)	Ö6, Ö8, Ö14	3	12.5

Tablo 3.1.8 verilerine göre, öğretmen adaylarını ders planı hazırlamada yapay zekâ kullanmaya iten en güçlü motivasyon kaynağı (%33.3) araçların sunduğu "farklı fikirler, etkinlik çeşitliliği ve yaratıcı alternatifler"dir. Adaylar, özellikle tılandıkları noktalarda kendi akıllarına gelmeyen orijinal senaryoları ve materyalleri yapay zekâdan alarak derslerini zenginleştirmektedirler. İkinci en önemli motivasyon unsuru ise (%29.1) "zaman tasarrufu ve hız" olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca mesleğe yeni adım atan veya staj deneyimi kısıtlı olan bazı öğretmen adayları, yapay zekânın bir "şablon" sunarak kendilerine rehberlik etmesini, böylece yanlış yapma korkularını azaltmasını (%12.5) önemli bir itici güç olarak değerlendirmiştir. Bir diğer grup ise yazdıkları metinlerin dilini düzenleyip akademik bir üsluba çevirmesi amacıyla araçlardan yararlanmaktadır.

Yedinci soruda kimya öğretmen adaylarına YZ aracı ile ders planı hazırlama süreci ve YZ içerik üretmesini istediğinizde nasıl bir yönlendirme kullandıkları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.9 ve Tablo 3.1.10'da gösterilmiştir.

Tablo 3.1.9: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile ders planı hazırlama süreciyle ilgili görüşler

YZ ile ders planı hazırlama süreci	Kimya öğretmen adayları	f	%
Önceden planlama / taslak oluşturarak süreci yönetenler	Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö14, Ö17, Ö19, Ö21, Ö23	11	45.8
Hem önceden planlama hem de deneme-yanılma sürecini birlikte kullananlar	Ö5, Ö12, Ö13, Ö16, Ö18, Ö20	6	25.0
Sadece deneme-yanılma (interaktif) yoluyla süreci akışına bırakanlar	Ö1, Ö2, Ö3, Ö8, Ö22	5	20.8
Hiç ders planı hazırlatmayanlar	Ö15, Ö24	2	8.3

Tablo 3.1.9 incelendiğinde, kimya öğretmen adaylarının ders planı hazırlama sürecinde YZ kullanım stratejilerinin çeşitlilik gösterdiği görülmektedir. Adayların en büyük grubu (%45.8), ekran başına geçmeden önce konu, sınır ve kazanımları belirleyerek süreci önceden planladıkları net bir taslak üzerinden yönetmektedir. Bunu, süreci hem önceden planlayıp hem de yapay zekâdan aldığı yanıtlara göre deneme-yanılma yaparak şekillendiren 6 aday (%25.0) takip etmektedir. Süreci tamamen akışına bırakarak sadece deneme-yanılma yoluyla interaktif komutlar veren aday sayısı ise 5'tir (%20.8). Ders planı hazırlatmayan 2 aday (%8.3) dışarıda bırakıldığında; öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun (%70.8) yapay zekâyı rastgele değil, kendi pedagojik hedefleri doğrultusunda belirli bir planlama ve kontrol mekanizması ile kullandıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 3.1.10: Kimya öğretmen adaylarının YZ aracı ile içerik üretiminde istem kullanım durumu ile ilgili görüşler.

İstem kullanımı	Kimya öğretmen adayları	f	%
İstem kavramını duymayanlar veya hiç bilmeyenler	Ö1, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö13, Ö16, Ö19, Ö22, Ö23	12	50.0
Kavramı bilen, açıklayabilen ve kullananlar	Ö2, Ö5, Ö8, Ö14, Ö15, Ö18, Ö21, Ö24	8	33.3
Kavramı sadece duyan ancak tam anlamını bilmeyenler	Ö11, Ö12, Ö17, Ö20	4	16.7

Tablo 3.1.10 verileri öğretmen adaylarının YZ araçlarını aktif kullansalar da bu araçların teknik terminolojisine ve bilinçli yönlendirme (istem mühendisliği) felsefesine uzak

olduklarını çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır. Adayların yarısı (%50.0) "prompt" veya "istem" kavramlarını hiç duymamış ya da YZ bağlamında eşleştirememiş olduğu görülür. 4 aday (%16.7) kelimeyi duymuş ancak anlamını açıklayamamışken; sadece 8 aday (%33.3) "prompt" kelimesinin komut vermek, rol/görev atamak veya doğru sorma sanatı olduğunu açıklayabilmiştir.

Sekizinci soruda kimya öğretmen adaylarına YZ aracı ile ders planı hazırlama sürecine katkıları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.11’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.11: Kimya öğretmen adaylarının YZ araçlarının ders planı hazırlama sürecine ne tür katkılar sağladığı ile ilgili görüşler.

Ders planı hazırlama sürecine katkı	Kimya öğretmen adayları	f	%
Zaman tasarrufu, hız ve pratiklik olarak görenler	Ö1, Ö4, Ö7, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö17, Ö19, Ö21, Ö23	11	45.85
Çeşitlilik, alternatif fikir, yaratıcılık ve motivasyon olarak görenler	Ö3, Ö5, Ö8, Ö9, Ö18, Ö22	6	25.0
Kavramsal bütünlük, netlik, rehberlik ve hata önleme olarak görenler	Ö2, Ö6, Ö11, Ö16, Ö20	5	20.85
Hiç ders planı hazırlatmayanlar	Ö15, Ö24	2	8.3

Tablo 3.1.11 verileri incelendiğinde, öğretmen adaylarının ders planı hazırlarken YZ kullanım nedenlerinin büyük ölçüde pratiklik ihtiyacına dayandığı görülmektedir. Adayların en büyük grubu (%45.85) YZ’nin sağladığı temel katkının "zaman tasarrufu ve hız" olduğunu belirtmiştir. Bu grubu, aracın en büyük katkısını tıkdıkları noktalarda sunduğu "alternatif fikirler, etkinlik çeşitliliği ve yaratıcılık" olarak gören 6 aday (%25.00) takip etmektedir. Geriye kalan 5 aday (%20.85) ise YZ’nin daha çok kavramsal bütünlük sağlayarak akademik bir dil kurmada ve rehberlik etmede faydalı olduğunu vurgulamıştır.

Dokuzuncu soruda kimya öğretmen adaylarına YZ aracı kullanırken yanılttığını veya sorun oluşturduğunu düşündükleri durumlar olup olmadığı sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.12: Kimya öğretmen adaylarının YZ araçlarının kullanımı ile ilgili karşılaşılan sorunlar ile ilgili görüşler.

Karşılaşılan sorunlar	Kimya öğretmen adayları	f	%
Sayısal hesaplama, problem çözümü ve birim dönüştürme hataları olarak görenler	Ö2, Ö3, Ö9, Ö10, Ö13, Ö16, Ö17, Ö20	8	33.3

Kimyasal kavram yanlışları, teorik bilgi ve formül hataları olarak görenler	Ö1, Ö6, Ö7, Ö12, Ö14, Ö18, Ö19, Ö21	8	33.3
Uydurma bilgiler (halüsinasyon), yüzeysel geçiştirme ve yanlış kaynak sunma olarak görenler	Ö4, Ö5, Ö8, Ö11, Ö15, Ö22, Ö23, Ö24	8	33.3

Tablo 3.1.12 verileri incelendiğinde, öğretmen adaylarının YZ kullanımında karşılaştıkları en belirgin sorunların üç ana kategoride eşit 8'er kişi (%33.3) bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Adayların üçte biri, araçların en büyük kusurunun matematiksel hesaplamalarda, karmaşık problem çözümlerinde ve birim dönüştürmelerinde yaşanan sayısal yanlışlıklar olduğunu belirtmiştir. Diğer üçte birlik kesim; doğrudan kimya disiplinine özgü hatalı formülleri, kuantum gibi konulardaki teorik çelişkileri ve kavram yanlışlarını en ciddi risk olarak vurgulamıştır. Geriye kalan adaylar ise, YZ'nın bilmediği durumlarda uydurma bilgiler (halüsinasyon) üretmesini, sahte kaynaklar sunmasını ve soruları öğrenci düzeyine inmeden yüzeysel açıklamalarla geçiştirmesini temel sorun olarak görmüştür.

Onuncu soruda kimya öğretmen adaylarına YZ aracı ile üretilen bir içeriğin doğruluğunu nasıl kontrol ettikleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.13'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.13: Kimya öğretmen adaylarının YZ tarafından üretilen içeriğin kontrol edilmesi ile ilgili görüşler.

YZ tarafından üretilen içeriğin kontrolü	Kimya öğretmen adayları	f	%
Kitap, makale, MEB materyali ve internet (web) gibi dış kaynaklarla karşılaştırma	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	18	75.0
Kendi alan/branş bilgisi, mantığı ve ön öğrenmeleri ile değerlendirme	Ö1, Ö2, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö12, Ö15, Ö16, Ö17, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	14	58.3
Farklı yapay zeka araçlarıyla kıyaslama (Çapraz kontrol)	Ö4, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö18, Ö19, Ö21	9	37.5
Hocalara veya arkadaşlara danışarak tartışma / teyit etme	Ö2, Ö11, Ö15, Ö18	4	16.7
Her zaman kontrol edememe / Genelde teyit etmeme	Ö3, Ö20	2	8.3

Tablo 3.1.13 verilerine göre, kimya öğretmeni adayları YZ tarafından üretilen içerikleri genellikle doğrudan kabul etmemekte ve eleştirel bir yaklaşımla teyit etmektedir. Adayların en sık başvurduğu yöntem (%75.0), üretilen bilgiyi kitap, makale, MEB materyali veya internet gibi güvenilir dış kaynaklarla karşılaştırmaktır. İkinci olarak (%58.3) adaylar, kendi

kimya alan bilgilerini ve mantıklarını bir filtre olarak kullanmaktadır. Ayrıca adayların önemli bir kısmı (%37.5) şüpheli durumlarda bir YZ aracının verdiği cevabı başka bir araçla kıyaslayarak çapraz kontrol yapmaktadır. Üretilen içeriği genelde kontrol etmediğini belirten sadece iki kişi (%8.3) bulunurken; geri kalan adayların bu teyit mekanizmalarını kullanması, öğretmen adaylarının yapay zekânın hata yapma riskine karşı oldukça bilinçli ve tedbirli olduklarını göstermektedir.

Onbirinci soruda kimya öğretmen adaylarına YZ ve dijital araçların kimya öğretmenin rolünü değiştirip değiştirmediği ve çevrenizin bakış açısının etkisi sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.14’de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.14: Kimya öğretmen adaylarının YZ ve dijital araçların kimya öğretmenin rolünü değiştirip değiştirmediği ile ilgili görüşleri

Kimya öğretmenin rolünde değişiklik	Kimya öğretmen adayları	f	%
Evet	Ö1, Ö2, Ö5, Ö7, Ö12, Ö13, Ö14, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23	14	58.3
Kısmen	Ö4, Ö6, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö15, Ö17, Ö24	9	37.5
Hayır	Ö3	1	4.2

Tablo 3.1.14 verilerine göre, kimya öğretmeni adaylarının yarıdan fazlası (%58.3) YZ’nın bilginin doğrudan bulunabilmesini sağlayarak öğretmeni "bilgi aktarıcı" rolünden "rehber ve doğrulayıcı" rolüne dönüştürdüğünü düşünmektedir. Adayların %37.5'i ise YZ’ı öğretmenin temel rolünü değiştirmeyen ancak operasyonel iş yükünü (materyal hazırlama vb.) hafifleten bir "asistan" olarak değerlendirmektedir. Çevresel etki bağlamında; öğretmen adayları arkadaş çevrelerinde YZ kullanımına yönelik yoğun bir teşvik görseler de, üniversitedeki hocalarının ve staj danışmanlarının "kopyala-yapıştır" mantığına karşı çıkan temkinli uyarılarından etkilenmektedirler.

Onikinci soruda kimya öğretmen adaylarına YZ destekli ders planı hazırlama konusunda yeterlilikleri, güçlü ve zayıf yönleri ile ilgili görüşleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.15, Tablo 3.1.16 ve Tablo 3.1.17 de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.15: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlama konusunda yeterli bulma ile ilgili görüşleri

YZ destekli ders planı hazırlama konusunda yeterlilik	Kimya öğretmen adayları	f	%
Yeterli / İyi düzeyde hissedenler	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö9, Ö12, Ö14, Ö16, Ö17, Ö18, Ö20, Ö21, Ö22	16	66.7
Kısmen yeterli / Orta düzeyde hissedenler	Ö8, Ö10, Ö11, Ö13, Ö19, Ö23	6	25.0
Ders planı hazırlamada kullanmayanlar	Ö15, Ö24	2	8.3

Tablo 3.1.15 verileri incelendiğinde, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%66.7) YZ destekli ders planı hazırlama konusunda kendilerini "yeterli veya iyi" düzeyde görmektedir. Öte yandan, adayların zayıf hissettikleri yönler incelendiğinde (%25.0) YZ'nin dilini tam çözemeyip süreci detaylandıramadığını vurgulamıştır.

Tablo 3.1.16: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlama konusunda güçlü buldukları yönleri ile ilgili görüşleri

YZ destekli ders planı hazırlama konusunda güçlü yönler	Kimya öğretmen adayları	f	%
Doğru yönlendirme ve doğru soru sorma	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö11, Ö13, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20	14	58.33
Yöntem, teknik, strateji belirleme ve senaryo/etkinlik tasarlama	Ö9, Ö12, Ö14, Ö21	4	16.67
Dersin giriş bölümünü hazırlama / dikkat çekme	Ö2, Ö22	2	8.33
Kontrolü bırakmama, eleştirel yaklaşma ve kendi bilgisine/planına güvenme	Ö8, Ö23	2	8.33
Ders planı hazırlamada kullanmayanlar	Ö15, Ö24	2	8.34

Tablo 3.1.16 verilerine göre, adayların yarıdan fazlası (%58.33) ders planı hazırlarken konuyu, sınıf düzeyini ve temel stratejiyi belirleyerek YZ'ya başlangıç yönergelerini doğru aktarma (temel pedagojik yönlendirme) konusunda kendilerini oldukça güçlü hissetmektedir. İkinci sırada (%16.67) yöntem, teknik ve senaryo/etkinlik kurgulama becerisi gelmektedir. Diğer adaylar ise dersin başlangıcında öğrencinin ilgisini çekecek giriş bölümünü tasarlama (%8.33) veya YZ'a körü körüne bağlanmayarak kontrolü elinde tutma (%8.33) konularında kendilerine güvenmektedir.

Tablo 3.1.17: YZ destekli ders planı hazırlama konusunda zayıf buldukları yönleri ile ilgili görüşleri

YZ destekli ders planı hazırlama konusunda zayıf yönler	Kimya öğretmen adayları	f	%
İstem yazamama, YZ'yi iteratif yönlendiremem ve aracı tanıyamama	Ö3, Ö5, Ö6, Ö8, Ö10, Ö16	6	25.00
Mesleki/pedagojik acemilik, teoriyi öğrenci seviyesine indiremem ve materyal çeşitlendiremem	Ö1, Ö2, Ö4, Ö14, Ö17, Ö18	6	25.00
Ölçme ve değerlendirme aşamasında orijinal soru üretmem	Ö9, Ö12, Ö13, Ö21, Ö22	5	20.83
Yanlışlıkları ilk bakışta fark edememe ve YZ'nin sınırlarını teyit edememe	Ö19, Ö20, Ö23	3	12.50
Belirgin bir zayıf yönü olduğunu düşünmeyenler	Ö7, Ö11	2	8.33
Ders planı hazırlamada kullanmayanlar	Ö15, Ö24	2	8.34

Tablo 3.1.17 verilerine göre, adayların temel zayıf yönleri analiz edildiğinde; önemli bir grubun (%25.00) YZ'nin verdiği eksik veya yüzeysel cevapları düzeltmek için gereken tekrarlı istemleri yazma, aracı döndürme ve süreci derinleştirerek yönlendirme konularında teknik zorluklar yaşadığı görülmektedir. Ayrıca pedagojik acemilikleri sebebiyle bilgiyi öğrenci seviyesine indirememek (%25.00) ve özellikle ölçme-değerlendirme aşamasında araca orijinal soru ürettirememek (%20.83) diğer temel zayıflıklar olarak öne çıkmaktadır.

Onüçüncü soruda kimya öğretmen adaylarına YZ destekli ders planı hazırlamada kullanmasının yaygınlaşması ve etik ilkelerle ilgili görüşleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.18 ve Tablo 3.1.19'da gösterilmiştir.

Tablo 3.1.18: Kimya öğretmen adaylarının YZ destekli ders planı hazırlamanın yaygınlaşmasına yönelik görüşleri

YZ destekli ders planı hazırlamanın yaygınlaşması ve görüşler	Kimya öğretmen adayları	f	%
Gelecekte kullanımın kesinlikle yaygınlaşacağını düşünenler	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	24	100.0
İstem yazma, yönlendirme ve doğru soru sorma becerisi/eğitimi gerektiğini belirtenler	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö15, Ö16, Ö21, Ö22	14	58.3
Dijital okuryazarlık, bilgiyi sorgulama/teyit etme ve teknoloji	Ö7, Ö8, Ö12, Ö14, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö23, Ö24	10	41.7

Tablo 3.1.18 verileri incelendiğinde, görüşmeye katılan 24 öğretmen adayının tamamı gelecekte YZ araçlarının ders planı hazırlama süreçlerinde kullanımının kaçınılmaz olarak

yaygınlaşacağına hemfikiridir. Adaylar bu teknolojik dönüşüme uyum sağlayabilmek için öğretmenlerin iki temel beceri setine ihtiyaç duyduğunu vurgulamaktadır: Bunlardan ilki "istem yazma ve yönlendirme" (%58.3), ikincisi ise bilgiyi teyit edebilmek için "dijital okuryazarlık ve eleştirel sorgulama" (%41.7) becerileridir.

Tablo 3.1.19: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımında etik ilkelere uyum ve YÖK/MEB düzenlemeleri ile ilgili görüşleri

Etik İlkelere Yaklaşım ve Farkındalık Durumu	Kimya öğretmen adayları	f	%
YÖK veya MEB'in yapay zekâ etik düzenlemelerinden haberdar olmayanlar	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	24	100.00
Bireysel olarak etik kurallara dikkat edenler / etmeye çalışanlar	Ö1, Ö2, Ö4, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö17, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24	16	66.67
Bireysel olarak etik kurallara dikkat etmeyenler / etik ilkeleri bilmeyenler	Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö10, Ö16, Ö18, Ö20	8	33.33

Tablo 3.1.19 verileri incelendiğinde, çalışmaya katılan 24 öğretmen adayının tamamının YÖK veya Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan resmî YZ etik düzenlemelerinden haberdar olmadığı görülmektedir. Kurumsal ve resmî kuralları bilmemelerine rağmen, adayların büyük bir kısmı (%66.67) kendi akademik inisiyatifleriyle hareket ederek kaynakça belirtmek, emeğe saygı göstermek veya doğrudan kopyala-yapıştır yapmamak gibi bireysel etik kurallara dikkat etmeye çalışmaktadır. Geriye kalan sekiz aday (%33.33) ise etik sınırların ne olduğunu bilmediğini veya içerik üretirken bu kurallara uymadığını açıkça ifade etmiştir.

Ondördüncü soruda kimya öğretmen adaylarına YZ kullanımının öğrenmeye katkısı, düşünmeye ve özgüvene etkisi sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.1.20, Tablo 3.1.21 ve Tablo 3.1.22'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1.20: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı öğrenmeye katkı sağlamasına yönelik görüşleri

YZ kullanımının öğrenmeye katkısı	Kimya öğretmen adayları	f	%
Öğrenmeye olumlu katkı sağlar / Öğrenmeyi hızlandırır ve kolaylaştırır	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12, Ö13, Ö14, Ö21, Ö22, Ö23	14	58.3
Doğrudan öğrenme katkısı belirtmeyenler / Sorunun düşünme ve özgüven boyutlarına odaklananlar	Ö5, Ö9, Ö11, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö24	10	41.7

Tablo 3.1.20 incelendiğinde, kimya öğretmeni adaylarının yarısından fazlasının (%58.3) YZ kullanımının öğrenme sürecine doğrudan olumlu yönde katkı sağladığına, kavramları kavramayı kolaylaştırıp süreci hızlandığına inandığı görülmektedir. Geriye kalan adayların önemli bir bölümü (%41.7) ise YZ'nın öğrenmeye somut katkısından ziyade, sorunun daha eleştirel olan bilişsel ve duyuşsal boyutlarına (düşünme becerileri ve özgüven risklerine) odaklanmayı tercih etmiştir.

Tablo 3.1.21: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı düşünmeye etkisine yönelik görüşleri

YZ kullanımının düşünmeye etkisi	Kimya öğretmen adayları	f	%
Düşünmeyi köreltiliyor / Zihinsel tembelliğe itiyor ve hazıra alıştırıyor	Ö1, Ö5, Ö7, Ö8, Ö9, Ö11, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24	17	70.8
Düşünmeyi köreltilmiyor / Aksine geliştiriyor (Bilinçli ve kontrollü kullanıldığında)	Ö6, Ö10, Ö18, Ö23	4	16.7
Düşünmeye etkisinden doğrudan bahsetmeyenler	Ö2, Ö3, Ö4	3	12.5

Tablo 3.1.21 verilerine göre, öğretmen adaylarının çok büyük bir çoğunluğu (%70.83) YZ'den sürekli ve hazır bilgi almanın kişiyi zihinsel tembelliğe sürüklediğini ve zamanla bağımsız, analitik düşünme yetisini körelttiğini vurgulamaktadır. Adaylardan yalnızca 4 kişi (%16.67), YZ'nin körü körüne kullanılmadığı, doğruluğunun sorgulandığı ve kontrollü bir şekilde yönetildiği durumlarda düşünmeyi köreltmeyeceğini; aksine zihinsel süreci destekleyip geliştireceğini savunmuştur. Üç kişi ise (%12.5) YZ'nin düşünmeyi köreltip köreltmediğine dair eleştirel bir yorum getirmemiş; bunun yerine aracın yalnızca araştırma ve öğrenme sürecini nasıl hızlandığına, zaman kazandırdığına ve işleri pratikleştirdiğine odaklanmayı tercih etmiştir.

Tablo 3.1.22: Kimya öğretmen adaylarının YZ kullanımı özgüvene etkisine yönelik görüşleri

YZ kullanımının özgüvene etkisi	Kimya öğretmen adayları	f	%
Özgüveni düşürüyor	Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö17, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö24	16	66.7
Özgüveni artırıyor	Ö1, Ö2, Ö12, Ö15, Ö18, Ö23	6	25.0
Özgüvene etkisinden bahsetmeyenler	Ö3, Ö4	2	8.3

Tablo 3.1.22 verilerine göre, özgüven boyutu ele alındığında ise, katılımcıların önemli bir kısmında (%66.7) "YZ bunu benden daha iyi yapıyor" algısının oluştuğu ve bu durumun

kendi mesleki alan bilgilerinden şüphe etmelerine yol açarak ciddi bir özgüven düşüklüğü yarattığı tespit edilmiştir. Buna karşın %25.0 oranındaki bir grup aday, YZ'nin yanlış kavramalarını ve mantık hatalarını fark edebildiklerini, ayrıca bir öğretmen olarak bilgiye kendi duygularını katabildikleri için özgüvenlerinin sarsılmadığını, hatta aracın eksiklerini gördükçe mesleki özgüvenlerinin yerine geldiğini belirtmiştir. Geriye kalan iki kişi (%8.33) ise sorunun doğrudan "özgüven düşüklüğü" boyutuna değinmemiş; YZ'nin işleri daha hızlı yapmalarını sağlamanın kendi genel motivasyonlarını artırdığına ve onlara süreçte sadece yardımcı olduğuna vurgu yapmıştır.

3.2 İkinci Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Son ikili görüşmede, kimya öğretmen adaylarına ilk olarak ders planlarını hazırlarken hangi YZ araçlarını kullandıkları ve tercih etme nedenleri sorulmuştur. Verilen cevaplara göre oluşturulan veriler Tablo 3.2.1 de gösterilmiştir.

Tablo 3.2.1: İlk ders planı hazırlanırken kullanılan YZ araçları ve tercih edilme nedenleri

YZ türü tercih nedenleri	Kimya öğretmen adayları	f	%
YZ'e yönelik aşinalık ve popülerlik (Chatgpt)	Ö2, Ö3, Ö9, Ö15, Ö16, Ö22, Ö23	7	63.64
Alan bilgisine uygunluk ve iletişim kolaylığı (Gemini)	Ö8, Ö12, Ö13, Ö14	4	36.36

Tablo 3.2.1'e göre, yedi öğretmen adayı (%63.64) YZ'ye yönelik aşinalıkları, popülerlik algıları ve ellerinin altında hazır bulunması nedenleriyle ilk ders planı hazırlığında ChatGPT'yi tercih etmiştir. Diğer 4 öğretmen adayı (%36.36) ise kimya alanına yönelik daha doğrudan bilgi vermesi ve iletişim kolaylığı sağlaması gerekçeleriyle Gemini aracını kullanmıştır.

İkinci soruda kimya öğretmen adaylarına ikinci ders planında hangi YZ araçlarını kullandıkları ve değişiklik varsa sebebi sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 3.2.2: İkinci ders planında kullanılan YZ araçları tercihi ve değişim nedenleri

YZ değişiklik yapma durumu	YZ türü tercih nedenleri	Kimya öğretmen adayları	f	%
----------------------------	--------------------------	-------------------------	---	---

Değişiklik yapma	Farklı araçları deneyimleme ve çapraz doğrulama	Ö8, Ö9, Ö12, Ö14, Ö16, Ö22	6	54.55
Aynı YZ kullanma	Mevcut araca aşinalık ve asistan uyumu	Ö2, Ö3, Ö13, Ö15, Ö23	5	45.45

Tablo 3.2.2 verilerine göre, altı öğretmen adayı (%54.55) eğitimde gördükleri farklı YZ araçlarını (NotebookLM vb.) deneyimlemek ve elde ettikleri çıktıları test ederek çapraz doğrulama yapmak amacıyla araç değişikliğine veya çeşitliliğine gitmiştir. Geriye kalan beş öğretmen adayı (%45.45) ise kullandıkları mevcut araca olan aşinalıkları ve aracın kendilerini asistan gibi tanıması sebebiyle ikinci ders planlarında da aynı YZ aracıyla çalışmaya devam etmiştir.

Üçüncü soruda kimya öğretmen adaylarına aldıkları eğitimden sonra ders planı hazırlama sürecine bakış açıları ve ikinci planda istemlerinde neleri farklı yaptıkları sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.2.3'te gösterilmiştir.

Tablo 3.2.3: Eğitimden sonra ders planı hazırlama sürecine bakışına değişiklik ve ikinci planda istemdeki farklılıklar

Sürece bakış ve istem (prompt) oluşturma	Kimya öğretmen adayları	f	%
Bilinçli istem (prompt) ve pedagojik sınırlandırma	Ö2, Ö3, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö22, Ö23	11	100.00

Tablo 3.2.3 verilerine göre, görüşmeye katılan 11 öğretmen adayının tamamı eğitim sonrasında ders planı hazırlama sürecinde bilinçli istem (prompt) yazmaya ve pedagojik sınırlandırmalar yapmaya başlamıştır. Tüm adaylar YZ kullanımı sırasında istemlerinde öğretmen rolü atamış; hedef kitleyi, sınıf düzeyini, süreyi ve 5S modelini belirterek detaylı komutlar oluşturmuştur.

Dördüncü soruda kimya öğretmen adaylarına aldıkları eğitimden sonra ders planı hazırlamanın ilkine göre zorluk ve kolaylığı, ayrıca emek ve zaman açısından nasıl değerlendirdikleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 3.2.4: Eğitimden sonra ikinci ders planı hazırlamayı değerlendirme

İkinci plan hazırlama sürecinin zorluk durumu	Kimya öğretmen adayları	f	%
Artan emek ve detaylı kontrol gereksinimi	Ö3, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö22	9	81.82
Azalan düzeltme ihtiyacı ve zaman tasarrufu	Ö2, Ö23	2	18.18

Tablo 3.2.4 verilerine göre, dokuz öğretmen adayı (%81.82) ikinci ders planı hazırlama sürecine araştırmalar, detaylı yönlendirmeler ve pedagojik kontroller dâhil olduğu için artan emek ve detaylı kontrol gereksinimi duyduğunu ifade etmiştir. Buna karşın iki öğretmen adayı (%18.18), başlangıçta verdikleri detaylı komut sayesinde düzeltme ihtiyacının azaldığını ve zaman tasarrufu sağlayarak sürecin kolaylaştığını belirtmiştir.

Beşinci soruda kimya öğretmen adaylarına aldıkları eğitimden sonra YZ kullanarak ders planı hazırlama konusunda hangi alanlarda yeterli hissettikleri sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 3.2.5: Eğitim sonrasında YZ ile ders planı hazırlama konusunda yeterli hissedilen alanlar

YZ öz yeterlilik değerlendirmesi	Kimya öğretmen adayları	f	%
İstem yazmada yeterlilik, alan kontrolünde gelişime açıklık	Ö2, Ö3, Ö8, Ö12, Ö14, Ö15, Ö22	7	63.64
Çok yönlü pedagojik ve teknik yeterlilik	Ö9, Ö13, Ö16, Ö23	4	36.36

Tablo 3.2.5 verilerine göre, yedi öğretmen adayı (%63.64) eğitim sonrasında istem yazma ve araç seçme konularında kendini yeterli bulurken, kimya alan bilgisini teyit etme, detaylı çıktıları kontrol etme ve etik ilkeler hususunda gelişime açık olduğunu bildirmiştir. Geriye kalan dört öğretmen adayı (%36.36) ise istem yazmanın yanı sıra detaylı pedagojik uyarılama ve çıktıları kontrol etme dahil birçok alanda çok yönlü pedagojik ve teknik yeterliliğe sahip olduğunu belirtmiştir.

Altıncı soruda kimya öğretmen adaylarına aldıkları eğitimden sonra YZ yanlış bilgi, yanlış kavrama, etik ilkeler ile ilgili farkındalığında değişimi sorulmuştur. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.2.6'da gösterilmiştir.

Tablo 3.2.6: YZ risklerine ve etik ilkelere dair farkındalık

Risk ve etik ilkelere yönelik farkındalık	Kimya öğretmen adayları	f	%
Yüksek risk farkındalığı ve etik sorumluluk bilinci	Ö2, Ö3, Ö8, Ö9, Ö12, Ö13, Ö14, Ö15, Ö16, Ö22, Ö23	11	100.00

Tablo 3.2.6 verilerine göre, 11 öğretmen adayının tamamının YZ'nin istatistiksel verilere dayanarak yanlış bilgi ve uydurma kaynak verebileceğine yönelik yüksek risk farkındalığı ile etik sorumluluk bilinci geliştirdiği görülmüştür. Tüm adaylar, bilgileri doğrudan kopyala-yapıştır yapmamanın ve kaynakça kullanmamanın önemini belirtmiştir.

3.3 Üçüncü Araştırma Sorusuna Yönelik Bulgular

Kimya öğretmen adaylarının üretken YZ destekli ders planı hazırlamaya yönelik verilen eğitimi nasıl değerlendirdiklerinin araştırıldığı üçüncü araştırma sorusuna cevap bulmak için ikinci ikili görüşmede “aldıkları eğitimin değerlendirilmesi, beklentileri ve eksik buldukları kısımlar sorulmuştur. Eğitime katılan bütün öğretmen adayları öncelikle verilen eğitimin kendileri için oldukça yararlı olduğunu ve bu tür bir eğitim almaktan mutlu olduklarını belirtmişlerdir. Beş öğretmen adayı süre ve içeriği yeterli bulurken diğerleri bazı eklemeler istemişlerdir. Bu soruya verilen cevapların analizi Tablo 3.3.1’de gösterilmiştir.

Tablo 3.3.1: Eğitimin genel değerlendirilmesi ve beklentiler

Eğitimin yeterliliği	Kimya öğretmen adayları	f	%
Daha fazla uygulama (pratik) ve zaman ihtiyacı	Ö2, Ö8, Ö9, Ö13, Ö15, Ö22	6	54.55
Mevcut içerik ve süreyle yeterli	Ö3, Ö12, Ö14, Ö16, Ö23	5	45.45

Tablo 3.3.1’e göre, altı öğretmen adayı (%54.55) aldıkları eğitimin faydalı ve gerekli olduğunu dile getirmiş, bunun yanında daha fazla uygulama (pratik) ile zamana ihtiyaç duyulduğunu eklemiştir. Diğer beş öğretmen adayı (%45.45) ise yeni nesil araçların da öğrenilmesiyle birlikte mevcut eğitim içeriklerinin ve sürecin yeterli olduğunu belirtmiştir.

4. SONUÇ TARTIŞMA

Bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular, YZ teknolojilerinin kimya eğitime ve öğretmen yetiştirme süreçlerine entegrasyonuna dair çok boyutlu sonuçlar ortaya koymuş olup bu sonuçlar alanyazındaki güncel tartışmalarla güçlü benzerlikler ve bazı dikkat çekici farklılıklar barındırmaktadır.

Kimya öğretmen adaylarının genel olarak YZ araçlarını eğitim süreçlerine entegre etme eğilimlerinin son derece yüksek olduğu ve bu araçları, kimya ile ilgili zorlayıcı sayısal veya soyut kavramların yoğun olduğu alanlarda konumlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Adayların YZ'ı soru çözdürmek, 3 boyutlu modeller oluşturmak ve soyut kavramları görselleştirmek amacıyla kullanmaları, bu teknolojinin yalnızca operasyonel bir kolaylık değil, kimyanın doğasından kaynaklanan bir pedagojik zorunluluk olduğu fikrini desteklemektedir. Bu sonuç, alanyazında kimyanın mikroskobik düzeydeki karmaşık yapısının öğrencilerin zihninde canlandırılabilmesi için YZ'nin modelleme ve görselleştirme kapasitesine ihtiyaç duyulduğunu vurgulayan Chiu (2021) ile Yalçın-Çelik ve K. Çoban'ın (2023) çalışmalarıyla doğrudan örtüşmektedir. Alanyazında da belirtildiği üzere, kavramların yapısal zorlukları YZ sayesinde somutlaştırılarak öğrenme süreçleri desteklenmektedir. Adayların büyük çoğunlukla ChatGPT ve Gemini gibi üretken YZ araçlarına yönelmesi, Erümit ve Sarılioğlu'nun (2025) günümüzde bu dil modellerinin bilgiye erişimi zenginleştiren ana arayüzler hâline geldiği yönündeki tespitlerini doğrulamaktadır.

Araştırmanın ders planlama süreçlerine yönelik sonuçları değerlendirildiğinde, öğretmen adaylarının bu araçlara temel olarak "zaman tasarrufu" sağlamak ve "farklı etkinlik alternatifleri" bulmak amacıyla başvurdukları tespit edilmiştir. Ancak sürecin kavramsal altyapısına inildiğinde, eğitim öncesinde adayların yarısının "istem (prompt)" kavramına bütünüyle yabancı olduğu görülmüştür. Bu kavramsal eksiklik, adayların YZ'ı pedagojik bir asistan olarak kullanma potansiyelini büyük ölçüde sınırlandırmıştır. Verilen sistemli eğitim müdahalesinin ardından ise tablo tamamen değişmiş; adayların tamamı hedef kitle, 5S modeli ve pedagojik sınırlar gibi detayları barındıran bilinçli istemler yazmaya başlamıştır. Ortaya çıkan en çarpıcı sonuç, bilinçli ve pedagojik temelli bu YZ kullanımının, başlangıçta hedeflenen zaman tasarrufu algısını yıkarak süreci araştırmalarla daha fazla emek ve detaylı kontrol gerektiren titiz bir tasarıma dönüştürmesidir. Bu sonuç; Baytak (2024) ile van den Berg ve du Plessis'in (2023) YZ tarafından oluşturulan ders planlarının yalnızca

uygulanabilir temel bir iskelet sunduğu, bu taslakların teknoloji entegrasyonunda zayıf kaldığı ve doğrudan sınıfa uygulanmadan önce öğretmenler tarafından eleştirel bir revizyona ihtiyaç duyduğu yönündeki literatür bulgularıyla örtüşmektedir. Dağlı'nın (2024) da belirttiği gibi, YZ içerikleri her zaman eksiksiz olmadığından dikkatli bir düzenleme gerektirir. Dahası bu durum, Sevinç ve Yılmaz Özelçi (2025) ile Tonga'nın (2024) nitelikli bir içeriğin ancak doğru yapılandırılmış bilgi istemleriyle elde edilebileceği uyarılarını desteklemekte; Yalçın-Çelik ve K. Çoban'ın (2023) YZ'nin kimyada yetersiz kalmasının ardında aslında tekrarlı ve kaliteli istem kullanılmamasının yatabileceği hipotezini ampirik olarak doğrulamaktadır. Eğitimin ardından adayların daha fazla emek harcadığını belirtmesi, literatürde teknolojik araçların her koşulda iş yükünü tamamen bitirdiği yönündeki genel iyimserlikten farklılaşmaktadır; zira nitelikli pedagojik entegrasyon öğretmenin bilişsel çabasını yok etmemekte, yalnızca mekanik süreçlerden alıp "pedagojik tasarım ve denetim" aşamasına kaydırmaktadır.

YZ'nin ürettiği içeriklerin doğruluğu bağlamında ulaşılan sonuçlar, kimya öğretmen adaylarının sayısal hesaplama hataları, yanlış kavramalar ve halüsinasyon gibi teknik sınırlılıklarla sıklıkla karşılaştığını göstermektedir. Bu sorunlar karşısında adayların eleştirel bir filtre geliştirerek üretilen bilgileri MEB materyalleri, akademik kitaplar ve NotebookLM gibi diğer yapay zekâ araçlarıyla çapraz doğrulamaya tabi tutması, dijital okuryazarlık düzeylerindeki iyileşmeye işaret etmektedir. Bu sonuçlar, Yalçın-Çelik ve K. Çoban'ın (2023) YZ sohbet robotlarının kimya sorularında, özellikle yorumlama ve çözümleme düzeyinde sıklıkla kavramsal ve mantıksal hatalar yaptığı, eksik formüller sunduğu yönündeki tespitleriyle güçlü bir paralellik göstermektedir. Adayların kendi alan bilgilerini bir süzgeç olarak kullanmaları, kimya disiplininin karmaşık doğasının henüz YZ tarafından tamamen hatasız yönetilemediğinin farkında olduklarını göstermektedir.

Öğretmen adaylarının sınıf içindeki pozisyonlarına dair algılarında meydana gelen dönüşüm, öğretmenin rolünün "bilgi aktarıcısı" olmaktan çıkıp üretilen bilgiyi yönlendiren, teyit eden ve tasarlayan bir "rehber/kontrolör" konumuna evrildiğini ortaya koymuştur. Bu dönüşüm; Balay (2004) ile Elmas'ın (2026) bilgi toplumunda öğretmenin her şeyi bilen kişi değil, öğrenme verilerini yorumlayan, mekanik süreçleri YZ'ye devrederek asıl uzmanlığı olan insani pedagojik tasarıma odaklanan bir rehber olması gerektiği yönündeki teorik altyapısını desteklemektedir. Ancak bu evrim sürecinin ciddi duyuşsal ve bilişsel riskler barındırdığı saptanmıştır. Adayların %70.8'i yapay zekânın öğrencileri ve kendilerini hazır bilgiye

alıstırarak zihinsel tembelliğe ittiğini ve analitik düşünmeyi körelttiğini vurgulamıştır. Daha endişe verici olan bir diğer bulgu ise adayların önemli bir kısmının "yapay zekâ bu işi benden daha iyi yapıyor" algısına kapılarak mesleki alan bilgilerinden şüphe duymaları ve özgüven düşüklüğü yaşamalarıdır. Alanyazında genellikle YZ'nin akademik başarıya, motivasyona ve operasyonel kolaylıklara etkisine odaklanan (Arslan, 2024; Körükçüoğlu, 2024) araştırmaların aksine, çalışmanın sonuçları, teknoloji entegrasyonunun karanlıkta kalan psikolojik yönüne de dikkat çekmektedir.

Mesleki kimlik ve sorumluluk bilincinin ayrılmaz bir parçası olan etik boyut ele alındığında, çalışmanın en önmeli sonuçlarından biri ortaya çıkmaktadır. Adayların hiçbirinin başlangıçta MEB veya YÖK tarafından yayımlanan yapay zekâ etik düzenlemelerinden haberdar olmaması, kurumsal politikalar ile sahadaki uygulayıcılar arasında derin bir kopukluk olduğunu kanıtlamaktadır. Yıldırım ve Akcan'ın (2024) çalışmalarında da belirtildiği gibi, kimya öğretmenleri kişisel verilerin kaybı, yanıltıcı bilgi sunumu ve intihal gibi konularda endişeler taşısa da kurumsal çerçevenin bilinmemesi bireysel inisiyatiflere dayalı bir boşluk yaratmaktadır. Bununla birlikte, sağlanan eğitim müdahalesinin ardından tüm adaylarda uydurma verilere ve etik ihlallere karşı yüksek bir sorumluluk bilincinin gelişmesi, Erdoğan ve Çakır'ın (2024) eğitim fakültelerindeki öğretmen yetiştirme programlarının YZ etiği ekseninde acilen zenginleştirilmesi gerektiği yönündeki uyarılarını doğrulamaktadır. Sonuç olarak; etik sınırların, doğru istem mühendisliğinin ve iteratif (tekrarlı) doğrulama stratejilerinin, öğretmen adaylarının dijital pedagojik asistanları güvenle kullanabilmesi için akademik müfredatlara dâhil edilmesi önemlidir.

Araştırma sonucunda elde edilen bu bulgular ve alanyazın ışığında şu önerilerde bulunulmuştur:

Öğretmen adaylarının YZ araçlarından yalnızca sığ çıktılar almaması ve bu araçları ders planlama süreçlerinde derinlemesine, bağlama uygun asistanlar olarak kullanabilmeleri için eğitim fakültesi müfredatlarına istem mühendisliği odaklı uygulamalı dersler veya modüller eklenmelidir. Bu eğitimler, kimya alanının gerektirdiği spesifik sınırlılıkları ve 5S gibi istem (prompt) modelleri araca doğru aktarma becerisini merkeze alacak şekilde yapılandırılmalıdır.

Kimya gibi karmaşık hesaplamalar ve soyut teoriler barındıran disiplinlerde YZ'nin halüsinasyon üretme veya yanlış kavramalara düşme riski oldukça yüksek olduğundan, adaylara çoklu araç kullanımı ve çapraz doğrulama becerileri mutlaka kazandırılmalıdır. Öğretmen adaylarına tek bir üretken modele bağlı kalmak yerine, elde edilen verileri farklı YZ araçları, akademik kaynaklar ve MEB materyalleri ile nasıl teyit edecekleri uygulamalı olarak gösterilmelidir.

Adayların mesleki özgüvenlerini koruyucu psikolojik ve duyuşsal destek süreçlerinin sisteme dâhil edilmesi teknoloji entegrasyonunda büyük önem taşımaktadır. Araştırma sonucunda belirginleşen mesleki özgüven kırılmasını önlemek amacıyla, adaylara YZ'nin duygudan ve pedagojik incelikten yoksun teknik bir algoritma olduğu sıklıkla vurgulanmalıdır. Asıl karar verici ve ilham verici unsurun "öğretmen" kimliği olduğu, teknolojinin yalnızca öğretmeni destekleyen bir araç olduğu gerçeği seminerler ve danışmanlık hizmetleriyle adaylara aktararak onların mesleki yeterlilik algıları güçlendirilmelidir.

Kurumsal düzeyde ise, Millî Eğitim Bakanlığı ve Yükseköğretim Kurulunun yayımladığı etik yönergelerin eğitim sahasına etkin bir şekilde yaygınlaştırılması elzemdir. Adayların bu etik metinlerden habersiz olmaları büyük bir risk oluşturduğundan, ilgili düzenlemeler hizmet öncesi lisans eğitiminde ve staj süreçlerinde zorunlu bir tartışma dokümanı olarak sunulmalı; veri gizliliği, anonimleştirme ve intihal gibi konularda somut vaka analizleri yapılmalıdır.

Öğretmen adaylarının YZ'nin tüm iş yükünü sıfıra indirdiği yönündeki zaman ve emek yanılgısı da süreç içerisinde giderilmelidir. Nitelikli bir teknoloji entegrasyonunun; ulaşılan veriyi okuma, öğrenci seviyesine indirgeme ve hataları ayıklama gibi aşamalarda aslında daha fazla pedagojik emek ve zaman gerektirdiği adaylara uygulamalı olarak anlatılmalı, böylece adayların mesleki hayata daha gerçekçi beklentilerle hazırlanmaları sağlanmalıdır.

Öğretmen adaylarının etik ilkelerden çok fazla haberdar olmamaları, telif hakkı, YZ'nin kaynak gösterilmesi gibi önemli noktalardan dahi haberdar olmamaları nedeniyle, öğretmen adaylarına eğitim fakültelerinde YZ ile ilgili verilecek ders kapsamına mutlaka etik ilkeler ile ilgili konular eklenmelidir.

5. KAYNAKÇA

Aksekili, E., ve Kan, A. (2024). Öğretmenlerin eğitimde yapay zekâ kullanımına yönelik tutum ölçeği geliştirme: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 13(39), 525-542.

Arf, C. (1959). *Makine düşünebilir mi ve nasıl düşünebilir?* (Halk Konferansları Serisi No. 1). Atatürk Üniversitesi Yayınları.

Arslan, İ. (2024). Eğitimde yapay zeka kullanımına ilişkin akademisyen görüşlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon, 139 (yayımlanmış).

Arslan, K. (2020). Eğitimde yapay zekâ ve uygulamaları. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 71–88.

Balay, R. (2004). Küreselleşme, bilgi toplumu ve eğitim, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 37(2), 61-82. DOI:10.1501/Egifak_00000000097

Baytak, A. (2024). The content analysis of the lesson plans created by ChatGPT and Google Gemini. *Research in Social Sciences and Technology*, 9(1), 329-350. DOI:10.46303/ressat.2024.19

Berber, S., Brückner, M., Maurer, N., and Huwer, J. (2025). Artificial intelligence in chemistry research: Implications for teaching and learning. *Journal of Chemical Education*, 102, 1445–1456.

Blonder, R., Feldman-Maggor, Y., and Rap, S. (2025). Are they ready to teach? Generative AI as a means to uncover pre-service science teachers' PCK and enhance their preparation program. *Journal of Science Education and Technology*, 34(6), 1301–1310. DOI:10.1007/s10956-024-10180-2

Buluş, B., ve Elmas, R. (2024). Yapay zekâ uygulamalarının kimya eğitiminde kullanımı: Alternatif araçlar. *Journal of Turkish Chemical Society Section C: Chemistry Education (JOTCSC)*, 9(1), 1-28. DOI: 10.37995/jotesc.1366999

Carter, N., Bryant-Lukosius, D., DiCenso, A., Blythe, J., and Neville, A. J. (2014). The use of triangulation in qualitative research. *Oncology Nursing Forum*, 41(5), 545–547. DOI:10.1188/14.ONF.545-547

Chiu, W.-K. (2021). Pedagogy of emerging technologies in chemical education during the era of digitalization and artificial intelligence: A systematic review. *Education Sciences*, 11(11), 709. DOI: 10.3390/educsci11110709

Creswell, J. W., and Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.)*, SAGE Publications, USA.

Çolak Yazıcı, S. (2024). Eğitimde yapay zekâ ve kimya eğitimindeki uygulamaları, 83-100, *Dijital Eğitim I*, İ. H. Yurdakal (Ed.), Eğitim Yayınevi, Ankara.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Dağlı, S. K. (2024). Yapay zekâ ile öğretmenlere zaman kazandırmak mümkün mü? Bing Chat ile ders planı oluşturmak. *Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi Bildiri Özetleri Kitabı*. SS 83-84.

Döğer, M. F. (2016). *Bilgisayar destekli eğitimlere katılan öğretmenlerin görüş ve deneyimlerine bağlı olarak eğitimde teknoloji kullanımını etkileyen dinamikler* (Master's thesis. Ankara Üniversitesi.

Elmas, R. (2026). Yapay zeka K-12 eğitimini nasıl dönüştürüyor? Yapay zekanın pedagojik sınırları. *Perspektif*, 442, 1–5. SETA.

ElSayary, A., Kuhail, M. A., and Hojeij, Z. (2025). Examining the role of prompt engineering in utilizing generative AI tools for lesson planning: Insights from teachers' experiences and perceptions. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 2025, 1-21. DOI: 10.1155/hbe2/9986139

Erdoğan, F., ve Cakir, O. (2024). Öğretmen adaylarının yapay zekâ okuryazarlıklarının ve yapay zekâya ilişkin algılarının belirlenmesi. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 63-95.

Eriçok, B., Karataş, F., ve Yüce, E. (2024). Öğretmen adaylarının yapay zekaya ilişkin metafor algıları. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 7(2), 607–630. DOI: 10.33400/kuje.1511500

Erümit, A. K., ve Sarıalioğlu, Ö. R. (2025). Artificial intelligence in science and chemistry education: A systematic review. *Discover Education*, 4, 178. DOI: 10.1007/s44217-025-00622-3

Feldman-Maggor, Y., Blonder, R., and Alexandron, G. (2025). Perspectives of generative AI in chemistry education within the TPACK framework. *Journal of Science Education and Technology*, 34, 1–12 , DOI: 10.1007/s10956-024-10147-3

Hacıfazlıoğlu, Ö., Karadeniz, Ş., ve Dalgıç, G. (2011). Eğitim yöneticileri teknoloji liderliği öz-yeterlik ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 2(2), 145-166.

Huwer, J., Maurer, N., Mundt, P., and Belova, N. (2025). AI in chemistry and chemical education. *International Journal of Physics & Chemistry Education*, 17(1), 1-4. DOI: 10.51724/ijpce.v17i1.403

Iyamuremye, A., Niyonzima, F. N., Mukiza, J., Twagilimana, I., Nyirahabimana, P., Nsengimana, T., Habiwaremye, J. D., Habimana, O., and Nsabayeze, E. (2024). Utilization of artificial intelligence and machine learning in chemistry education: A critical review. *Discover Education*, 3, 95. DOI: 10.1007/s44217-024-00197-5

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Karabacak, H., Akar, B., Akar, S., Aksan, E., ve Özden, A. (2025). Yapay zeka destekli artırılmış gerçeklik kimya asistanı geliştirilmesi ve öğrencilerin artırılmış gerçeklik teknolojilerine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Journal of the Turkish Chemical Society Section C: Chemical Education*, 10(2), 167-208. DOI: 10.37995/jotcsc.1701600

Karasar, S. (2004). Eğitimde yeni iletişim teknolojileri-internet ve sanal yüksek eğitim. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(4), 117-125.

Kökver, Y., Pektaş, H. M., ve Çelik, H. (2025). Artificial intelligence applications in education: Natural language processing in detecting misconceptions. *Education and Information Technologies*, 30, 3035–3066 DOI: 10.1007/s10639-024-12919-1

Körükçüoğlu, A. (2024). *Öğretmenlerin eğitimde yapay zekaya yönelik farkındalıklarının incelenmesi*, [Yüksek lisans tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Luo, Y. (2023). Chemistry in the era of artificial intelligence. *Precision Chemistry*, 1, 127–128, DOI: 10.1021/prechem.3c00038

Metin, E. (2018). Eğitimde teknoloji kullanımında öğretmen eğitimi: Bir durum çalışması. *Journal of STEAM Education*, 1(1), 79-103.

Merriam, S. B., and Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation (4th ed.)*, Jossey-Bass, USA.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2026). *Eğitimde yapay zekâ uygulamaları etik kılavuzu*, Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Öksüz, C., Ak, Ş., ve Uça, S. (2009). İlköğretim matematik öğretiminde teknoloji kullanımına ilişkin algı ölçeği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1), 270-287.

Park, J., Teo, T. W., Teo, A., Chang, J., Huang, J. S., and Koo, S. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: Teachers' experiences and views. *International Journal of STEM Education*, 10, 61, DOI: 10.1186/s40594-023-00454-3

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods (4th ed.)*. Sage Publications.

Saatçioğlu, Ö., ve Topsakal, E. (2025). Öğretmen adaylarının yapay zekâya yönelik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası Toplumsal Bilimler Dergisi*, 9(2), 168-191.

Sarialai, A. D. (2025). *Öğretmen adaylarının eğitimde yapay zeka kullanımına yönelik hazırbulunuşluk düzeylerinin incelenmesi: Bir karma yöntem araştırması* [Yüksek lisans tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Sevinç, C., ve Yılmaz Özelçi, S. (2025). Türkçe öğretimi ve üretken yapay zekâ: Öğretmen adayları ile bir çalışma. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Ereğli Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(Özel sayı), 65-86. DOI: 10.51119/ereegf.2025.138

Şahin, M. C., ve Aslan Namlı, N. (2019). Öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanma tutumlarının incelenmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(1), 95-112.

Tonga, E. S. (2024). Eğitim süreçlerinde yapay zekâdan verimli sonuçlar nasıl elde edilir? İstem (Prompt) mühendisliği. *XI. International Eurasian Educational Research Congress (EJERCongress 2024) Abstract Book* içinde (s. 720). Anı Yayıncılık.

Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. DOI: 10.1093/mind/LIX.236.433

UNESCO, (1996). “Learning: the Treasure Within. Repor to UNESCO of the International Commission on Education for 21st Century. (Chair: J. Delor) Paris: UNESCO.

van den Berg, G., and du Plessis, E. (2023). ChatGPT and generative AI: Possibilities for its contribution to lesson planning, critical thinking and openness in teacher education. *Education Sciences*, 13, 998 DOI:10.3390/educsci13100998

Yalçın-Çelik, A. ve K.Çoban, Ö. (2023). Kimya sorularının cevaplanmasında yapay zekâ tabanlı sohbet robotlarının performansının incelenmesi. *TEBD*, 21(3), 1540-1561. <https://doi.org/10.37217/tebd.1361401>

Yildirim, B., ve Akcan, A. T. (2024). AI-professional development model for chemistry teacher: Artificial intelligence in chemistry education. *Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)*, 10(4), 161-182.DOI: 10.55549/jeseh.741

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.

Yörük, T. (2013). *Genel lise yöneticileri, öğretmenleri ve öğrencilerinin teknolojiye karşı tutumları ve eğitimde fatih projesinin kullanımına ilişkin görüşleri üzerine bir araştırma*. Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi)

Yurdabakan, İ. (2002). Küreselleşme konusundaki yaklaşımlar ve eğitim. *Eurasian Journal of Educational Research*, 6, 61-66.

Yükseköğretim Kurulu. (2024). *Yükseköğretim kurumları bilimsel araştırma ve yayın faaliyetlerinde üretken yapay zekâ kullanımına dair etik rehber*, YÖK Yayınları, Ankara.

Zengin, S., Akel, E., Çolak, A., Çolak, N., Özkoyuncu Ay, Z., ve Metin, E. (2024). Eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(103), 165-173. DOI:10.5281/zenodo.10616592

EKLER

EK A: Etik İzin Belgesi

Evrak Tarih ve Sayısı: 10.03.2026-E.648478
Evrak Tarih ve Sayısı: 05.03.2026-646611



T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU

Toplantı Tarihi	: 30.01.2026
Toplantı Sayısı	: 2026/1
Toplantı Saati	: 14.00
Araştırmanın Başlığı	Türkçe : Kimya öğretmen adaylarının üretken yapay zeka destekli ders planı hazırlanmasına yönelik görüşleri
	İngilizce : Prospective Chemistry Teachers' Views about Preparing Generative Artificial Intelligence-Supported Lesson Plan
SORUMLU ARAŞTIRMACI	
Ad Soyad	: Prof. Dr. Canan NAKİBOĞLU
Kurumu	: Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi
YARDIMCI ARAŞTIRMACI/ARAŞTIRMACILAR	
<u>Adı Soyadı</u> Özlem ARSLAN	<u>Kurumu</u> Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu, 30.01.2026 tarihinde Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA başkanlığında toplanmıştır. Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA ve Prof. Dr. Baki ÇİÇEK anılan tarihteki toplantıya katılmadı. Görüşme sonunda, yukarıda bilgileri yer alan araştırmanın Bilimsel Araştırma Etik Kurul Onay Belgesi talebi Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulunca değerlendirilmiş ve etik açıdan uygun bulunmuştur.

BAŞKAN
Prof. Dr. Ruhan BENLİKAYA

Prof. Dr. Nursen AZİZOĞLU
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Figen ALTINER
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Kadriye ERGÜN
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Evgin ÇAY
Üye

Üye

Üye

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özlem ARSLAN

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Tezsiz Y. Lisans	Bartın Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi	2021
Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya	2015
Lise	Esenyurt Anadolu Lisesi Fen Bilimleri	2010