

DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ

Doç. Dr. Ersin YILDIRIM

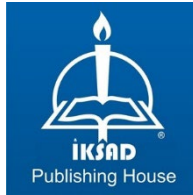


İKSAD
Publishing House

DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİNDE YAPAY ZEKÂ

Doç. Dr. Ersin YILDIRIM

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18336251>



Copyright © 2026 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social

Researches Publications®
(The Licence Number of Pubicator: 2014/31220)
TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2026©

ISBN: 978-625-378-574-1
Cover Design: İbrahim KAYA
January / 2026
Ankara / Türkiye
Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	7
1. GİRİŞ.....	9
2. YAPAY ZEKÂ VE DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİ.....	12
2.1. Yapay Zekânın Sağlık Bilimlerine Girişi ve Kavramsal Çerçevesi ..	12
2.2. Klinik Yapay Zekâ ile Eğitimde Yapay Zekânın Temel Ayrımı.....	12
2.3. Eğitim Bilimleri Perspektifinden Yapay Zekâ Destekli Öğrenme	13
2.4. Diş Hekimliği Eğitiminin Yapay Zekâya Uygunluğu	14
2.5. Öğrenme Analitikleri ve Kişiselleştirilmiş Eğitim Yaklaşımları	14
2.6. Etik, Sorumluluk ve Eğitimsel Güven.....	15
2.7. Bölüm Özeti	15
3. YAPAY ZEKÂNIN EVRİMİ	17
3.1. Yapay Zekânın Tarihsel Kökenleri ve İlk Sağlık Uygulamaları	17
3.2. Makine Öğrenimine Geçiş ve Veriye Dayalı Paradigma	17
3.3. Derin Öğrenmenin Yükselişi ve Görüntü Tabanlı Uygulamalar	18
3.4. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) ve Eğitimsel Şeffaflık Gereksinimi	18
3.5. Temel Yapay Zekâ Kavramlarının Eğitim Bağlamında Yorumlanması	19
3.6. Diş Hekimliği Eğitiminde Dönüşüm ve Pedagojik Yansımalar	20
3.7. Bölüm Özeti	20
4. ÖĞRENME KURAMLARI VE YAPAY ZEKÂ.....	22
4.1. Öğrenme Kuramları Olmadan Yapay Zekâ: Pedagojik Boşluk Riski22	
4.2. Davranışçı Öğrenme Kuramı: Yapay Zekâ Tabanlı Geri Bildirim ve Pekiştirme.....	22
4.3. Bilişsel Öğrenme Kuramı ve Yapay Zekâ ile Bilişsel Yük Yönetimi23	
4.4. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı: Yapay Zekâ Destekli Keşif ve Klinik Muhakeme.....	24
4.5. Deneyimsel Öğrenme ve Yapay Zekâ Destekli Simülasyonlar.....	25

4.6. Yetkinlik Temelli Eğitim ve Yapay Zekâ Destekli Ölçme.....	25
4.7. Hibrit Pedagojik Modeller ve Yapay Zekânın Bütünleştirici Rolü ...	26
4.8. Bölüm Özeti	26
5. OTOMATİK DEĞERLENDİRME, GERİ BİLDİRİM VE YETKİNLİK ÖLÇÜMÜ	28
5.1. Değerlendirmede Dönüşüm: Neden Otomatik Sistemler?	28
5.2. Biçimlendirici ve Sonlandırıcı Değerlendirme: Yapay Zekâ Perspektifi.....	29
5.3. Performans Göstergeleri ve Ölçüm Metrikleri	29
5.4. Geri Bildirim Tasarımı: Nicelikten Niteliğe.....	30
5.5. Yetkinlik Temelli Eğitim ve Otomatik Ölçüm	31
5.6. Güvenilirlik, Geçerlilik ve Etik Boyut	31
5.7. Bölüm Özeti	32
6. GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME.....	34
6.1. Görsel Tanı Eğitiminin Diş Hekimliğindeki Merkezi Rolü	34
6.2. Görüntü İşlemede Derin Öğrenmenin Kuramsal Temeli	34
6.3. Klinik Performans ile Eğitimsel Değer Arasındaki Ayrım	35
6.4. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) ve Eğitimsel Şeffaflık.....	36
6.5. CBCT ve Üç Boyutlu Görsel Tanı Eğitimi	36
6.6. Görsel Geri Bildirim, Öğrenme Kalıcılığı ve Transfer.....	37
6.7. Bölüm Özeti	37
7. SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİKTE YAPAY ZEKÂ (Deneyimsel Öğrenmeden Klinik Yetkinliğe)	39
7.1. Deneyimsel Öğrenmenin Pedagojik Gereççesi	39
7.2. VR ve AR'nin Diş Hekimliği Eğitimindeki Kullanım Alanları	40
7.3. Yapay Zekâ ile VR/AR Entegrasyonu: Uyarlanabilir Deneyimler ...	40
7.4. Geri Bildirim, Yansıtma ve Öğrenme Kalıcılığı	41
7.5. Klinik Yetkinliğe Transfer: VR/AR Ne Kadar Yeterli?	42
7.6. Etik, Güvenlik ve Teknoloji Bağımlılığı Riski.....	42
7.7. Bölüm Özeti	43

8. KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRENME VE ÖĞRENME

ANALİTİKLERİ (Eğitimde Yapay Zekânın Uyarlanabilir Rolü) 45

- 8.1. Kişiselleştirilmiş Öğrenme Kavramının Evrimi 45
- 8.2. Öğrenme Analitikleri: Tanım ve Kuramsal Çerçeve 46
- 8.3. Yapay Zekâ ile Kişiselleştirilmiş Öğrenme Yolları 46
- 8.4. Öğrenme Analitiklerinin Değerlendirme ve Geri Bildirimle Entegrasyonu 47
- 8.5. Etik, Gizlilik ve Algoritmik Şeffaflık 48
- 8.6. Diş Hekimliği Eğitiminde Uygulama Senaryoları 48
- 8.7. Bölüm Özeti 49

9. YAPAY ZEKÂNIN MÜFREDATA ENTEGRASYONU (Eğitici

Rolü ve Kurumsal Dönüşüm) 51

- 9.1. Yapay Zekâ Neden Müfredata Entegre Edilmelidir? 51
- 9.2. Müfredat Entegrasyon Modelleri: Aşamalı ve Spiral Yaklaşımlar ... 51
- 9.3. Eğitiminin Değişen Rolü: Uzmanı Öğrenme Tasarımcısına 52
- 9.4. Kurumsal Dönüşüm ve Altyapı Gereksinimleri 53
- 9.5. Değerlendirme, Akreditasyon ve Kalite Güvencesi 53
- 9.6. Değişim Yönetimi ve Dirençle Baş Etme 54

10. BÜYÜK DİL MODELLERİ VE AKADEMİK YARATICILIK

(Fırsatlar, Sınırlar ve Riskler) 57

- 10.1. Büyük Dil Modellerinin Kavramsal Çerçevesi 57
- 10.2. Akademik Yaratıcılık ve Dil Modelleri: Destek mi, İkame mi? 58
- 10.3. Epistemik Sınırlar: Doğruluk, Güvenilirlik ve “Halüsinasyon” Sorunu 58
- 10.4. Akademik Dürüstlük, Özgünlük ve Değerlendirme Sorunları 59
- 10.5. Büyük Dil Modelleri ve Öğrenme Kuramlarıyla Uyum 59
- 10.6. Diş Hekimliği Eğitimine Özgü Uygulama Alanları 60
- 10.7. Eğitimsel Riskler ve Kurumsal Sorumluluk 60
- 10.8. Bölüm Özeti 61

11. ETİK, HUKUK VE VERİ YÖNETİŞİMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminde Sorumlu Kullanım).....	63
11.1. Neden Etik ve Hukuk? Eğitimde Yapay Zekânın Sınırları	63
11.2. Veri Türleri ve Veri Sahipliği: Kim Neye Sahiptir?.....	63
11.3. Algoritmik Önyargı ve Adalet Sorunu	64
11.4. Şeffaflık, Açıklanabilirlik ve Öğrenci Güveni	65
11.5. Hukuki Çerçeve: Veri Koruma ve Eğitim Sorumluluğu	65
11.6. Kurumsal Veri Yönetişimi Modelleri.....	66
11.7. Bölüm Özeti	66
12. KANIT DÜZEYİ, ETKİLİLİK VE KLİNİK-EĞİTSEL SONUÇLAR (Yapay Zekâ Destekli Eğitim Uygulamalarının Değerlendirilmesi)	68
12.1. Neden Kanıta Dayalı Değerlendirme?.....	68
12.2. Eğitim Araştırmalarında Kanıt Düzeyleri	68
12.3. Eğitimsel Etkililik Ölçütleri: Ne Ölçülmeli?	69
12.4. Klinik Sonuçlar ile Eğitsel Sonuçların Ayırıştırılması	70
12.5. Sistematik Derlemeler ve Meta-Analiz Bulguları	70
12.6. Araştırma Tasarımında Yaygın Hatalar ve Sınırlılıklar	71
12.7. Bölüm Özeti	71
13. GELECEK PERSPEKTİFLERİ VE ARAŞTIRMA GÜNDEMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminin Yol Haritası)	74
13.1. Neden Gelecek Perspektifi? Eğitimde Olgunlaşma Aşaması.....	74
13.2. Araştırma Gündeminde Öncelikli Alanlar.....	74
13.3. Metodolojik Gelişim ve Araştırma Tasarımları	75
13.4. Teknolojik Eğilimler ve Eğitimsel Yansımalar	76
13.5. Eğitim Politikaları, Standartlar ve Küresel Uyum.....	76
13.6. Etik ve İnsan Merkezli Gelecek	77
13.7. Bölüm Özeti	77
14. AKADEMİK BECERİLER (Araştırma Tasarımı, Bilimsel Yazım ve Yapay Zekâ Destekli Akademik Okuryazarlık)	79

14.1. Akademik Becerilerin Dijital Dönüşümü	79
14.2. Araştırma Sorusu ve Yapay Zekâ Destekli Kavramsallaştırma	79
14.3. Literatür Okuryazarlığı ve Eleştirel Değerlendirme	80
14.4. Bilimsel Yazım, Üretkenlik ve Özgünlük	81
14.5. Metodolojik Karar Verme ve Yapay Zekâ	81
14.6. Akademik Okuryazarlık, Etik ve Sorumluluk	82
14.7. Bölüm Özeti	82
15. FAKÜLTE GELİŞİMİ VE EĞİTİCİ YETKİNLİKLERİ (Yapay Zekâ Çağında Akademik Rolün Yeniden Tanımlanması).....	84
15.1. Neden Fakülte Gelişimi? Yapay Zekâ Entegrasyonunun İnsan Boyutu	84
15.2. Eğiticinin Değişen Rolü: Bilgi Aktarıcıdan Öğrenme Tasarımcısına	84
15.3. Dijital ve Yapay Zekâ Okuryazarlığı: Gerekli Yetkinlik Alanları ..	85
15.4. Fakülte Gelişim Programlarının Tasarımı	86
15.5. Direnç, Kaygı ve Profesyonel Kimlik	86
15.6. Değerlendirme, Teşvik ve Kurumsal Destek.....	87
15.7. Bölüm Özeti	87
16. DEĞİŞİM YÖNETİMİ, FİNANSMAN VE TEKNOLOJİ SEÇİMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminde Kurumsal Karar Süreçleri)	89
16.1. Neden Değişim Yönetimi? Eğitimde Teknoloji Entegrasyonunun Kurumsal Boyutu	89
16.2. Değişim Yönetimi Kuramları ve Eğitim Kurumlarına Uyarlanması	89
16.3. Finansman Modelleri ve Sürdürülebilirlik	90
16.4. Teknoloji Seçiminde Pedagojik ve Etik Ölçütler	91
16.5. Paydaş Katılımı ve Kurumsal Sahiplenme	91
16.6. Risk Yönetimi ve Başarısızlık Senaryoları.....	92
16.7. Bölüm Özeti	92
SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ.....	94

UYGULAMALI EKLER.....	97
EK-1. Yapay Zekâ Destekli Ders Tasarımı Şablonu.....	98
EK-2. Klinik Simülasyon Değerlendirme Matrisi.....	99
EK-3. Öğrenci Yetkinlik İzleme Formu.....	100
EK-4. Yapay Zekâ Kullanımı için Etik Onam ve Şeffaflık Bildirimi	101
EK-5. Lisans Düzeyi Proje Konusu Örnekleri	102
EK-6. Lisansüstü Düzeyi Proje Konusu Örnekleri.....	103
EK-7. Kurumsal Öz Değerlendirme Kontrol Listesi.....	104
KAYNAKÇA	105

ÖNSÖZ

Diş hekimliği eğitimi, son yirmi yıl içerisinde dijital teknolojilerin etkisiyle önemli bir dönüşüm sürecine girmiştir. Dijital radyografi, üç boyutlu görüntüleme, bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) sistemleri ve simülasyon temelli eğitim yaklaşımları, bu dönüşümün en görünür bileşenleri olmuştur. Ancak bu teknolojik ilerlemelerin ötesinde, günümüzde diş hekimliği eğitimini köklü biçimde yeniden şekillendirme potansiyeline sahip olan en güçlü itici unsur, hiç kuşkusuz yapay zekâdır.

Yapay zekâ; yalnızca klinik karar destek sistemleri, otomatik tanı araçları veya tedavi planlama yazılımları ile sınırlı bir kavram değildir. Aynı zamanda öğrenme süreçlerini analiz edebilen, bireysel farklılıkları dikkate alarak eğitimi uyarlayabilen, geri bildirim mekanizmalarını otomatikleştiren ve eğitsel çıktıları nesnel biçimde değerlendirebilen bütüncül bir eğitim teknolojisi yaklaşımını temsil etmektedir. Bu yönüyle yapay zekâ, diş hekimliği eğitiminde hem öğretim yöntemlerini hem de değerlendirme anlayışını yeniden tanımlamaktadır.

Bu kitabın yazılmasındaki temel amaç; yapay zekânın diş hekimliği eğitimindeki mevcut ve potansiyel kullanım alanlarını, pedagojik temelleriyle birlikte ele alan, bilimsel kanıta dayalı ve uygulamaya dönük bir başvuru kaynağı sunmaktır. Kitap; lisans ve lisansüstü düzeyde eğitim gören öğrenciler, akademisyenler, klinik eğiticiler ve eğitim programı geliştiricileri için ortak bir referans noktası oluşturmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, teknik

ayrıntılardan kaçınılmadan ancak okuyucuyu zorlamayan, açık ve akıcı bir akademik dil benimsenmiştir.

Eserde, yapay zekâ uygulamalarının yalnızca "nasıl çalıştığı" değil, aynı zamanda "neden ve hangi koşullarda etkili olduğu" sorularına da yanıt aranmıştır. Öğrenme teorileri, yetkinlik temelli eğitim yaklaşımları, etik ve hukuksal çerçeveler ile kurumsal hazırlık süreçleri, yapay zekâ teknolojilerinin eğitim ortamlarına sorumlu ve sürdürülebilir biçimde entegre edilebilmesi için bütüncül bir perspektif içerisinde ele alınmıştır. Ayrıca, teknolojik yeniliklerin eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmış; yapay zekânın sınırlılıkları, riskleri ve yanlış kullanım potansiyelleri de açıkça tartışılmıştır.

Bu kitap, yapay zekâyı dış hekimliği eğitiminde bir amaç olarak değil, öğrenmeyi güçlendiren bir araç olarak konumlandırmaktadır. Nihai hedef; daha nitelikli, adil, şeffaf ve öğrenci merkezli bir eğitim ortamının oluşturulmasına katkı sağlamaktır. Okuyucunun, bu eser aracılığıyla yalnızca güncel teknolojileri tanınması değil, aynı zamanda geleceğin dış hekimliği eğitimini şekillendirecek stratejik bakış açısını da geliştirmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın; dış hekimliği eğitiminde kaliteyi artırmaya yönelik bilimsel tartışmalara katkı sunması ve yapay zekâ temelli eğitim uygulamalarının sorumlu biçimde yaygınlaşmasına rehberlik etmesi temennisiyle...

1. GİRİŞ

Diş hekimliği eğitimi, bilgi aktarımının ötesinde, görsel algı, psikomotor beceri, klinik muhakeme ve etik sorumluluğun eş zamanlı olarak geliştirildiği karmaşık bir öğrenme alanıdır. Bu çok boyutlu yapı, eğitim süreçlerinin yalnızca teorik bilgi düzeyinde değil, performans ve bağlam temelli olarak da ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Son yıllarda sağlık bilimlerinde gözlenen dijitalleşme eğilimleri, bu karmaşıklığı yönetmeye yönelik yeni araç ve yaklaşımları gündeme getirmiştir.

Yapay zekâ (YZ), sağlık alanında öncelikle klinik tanı ve karar destek sistemleri üzerinden görünürlük kazanmıştır (Shortliffe & Sepúlveda, 2018; Yu ve ark., 2018). Derin öğrenme temelli modellerin görüntü tanıma ve örüntü analizi alanlarında insan performansına yaklaşan sonuçlar üretmesi, bu teknolojilerin klinik potansiyelini ortaya koymuştur (Topol, 2019; Schwendicke ve ark., 2020; Davenport & Kalakota, 2019). Ancak klinik başarı, YZ'nın eğitim bağlamında nasıl bir işlev üstlenmesi gerektiği sorusunu kendiliğinden yanıtlamamaktadır.

Eğitim bağlamında YZ, klinik uygulamalardan farklı bir epistemolojik zemine sahiptir. Klinik sistemlerde doğruluk ve hata minimizasyonu temel hedefken, eğitimde öğrenme süreci; deneme, hata, geri bildirim ve yansıtma üzerinden ilerler. Eğitim bilimleri literatürü, hataların öğrenmenin doğal ve gerekli bir bileşeni olduğunu, etkili geri bildirimin ise öğrenme kazanımlarının en güçlü belirleyicilerinden biri olduğunu göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007). Bu durum, eğitimde kullanılan YZ sistemlerinin amaç, tasarım

ve değerlendirme ölçütlerinin klinik sistemlerden farklı olması gerektiğine işaret etmektedir.

Diş hekimliği eğitimi, yapısal özellikleri nedeniyle YZ destekli öğrenme yaklaşımlarına özellikle elverişli bir alan sunmaktadır. Radyografik yorumlama, preklinik simülasyonlar ve yetkinlik temelli değerlendirme süreçleri, yüksek miktarda yapılandırılmış ve analiz edilebilir veri üretmektedir. Bu veriler, YZ destekli öğrenme analitikleri aracılığıyla öğrencinin gelişimini çok boyutlu biçimde izleme ve değerlendirme olanağı sağlamaktadır (Cook ve ark., 2015).

Bununla birlikte, literatür teknolojik araçların pedagojik hedeflerle uyumlu biçimde tasarlanmadığı durumlarda öğrenme kazanımlarının sınırlı kaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Öğrenme teknolojilerinin etkili olabilmesi; bilişsel yük, geri bildirim kalitesi ve öğrenen özerkliğini destekleyen tasarım ilkeleriyle doğrudan ilişkilidir (Mayer, 2024). Bu bağlamda YZ, eğitimde “otomatikleştiren” değil, öğrenmeyi görünür ve anlamlı kılan bir araç olarak ele alınmalıdır.

Bir diğer önemli boyut, YZ destekli eğitim uygulamalarının etik ve yönetsel sonuçlarıdır. Öğrenci verilerinin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanması; veri gizliliği, şeffaflık ve adalet ilkelerini gündeme getirmektedir. Öğrenme analitikleri alanındaki çalışmalar, bu ilkelerin ihlal edilmesi durumunda eğitimsel güvenin zedelendiğini göstermektedir (Hoel & Chen, 2018; Verghese ve ark, 2018). Bu nedenle YZ destekli eğitim, yalnızca pedagojik değil, aynı zamanda etik ve kurumsal bir mesele olarak ele alınmalıdır.

Bu bağlamda YZ, diş hekimliği eğitiminde teknik bir yenilikten ziyade, öğrenme süreçlerinin nasıl yapılandırıldığına ilişkin temel

varsayımları yeniden düşünmeyi gerektiren bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Öğrenmenin doğası, değerlendirmenin anlamı ve eğiticinin rolü gibi kavramlar, YZ destekli uygulamalarla birlikte yeniden ele alınmaktadır. Bu dönüşümün anlaşılabilmesi, YZ'nın klinik başarı ölçütlerinden bağımsız olarak, eğitim bilimleri perspektifiyle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. YZ'nın eğitimde neyi dönüştürdüğü, hangi öğrenme sorunlarına yanıt aradığı ve hangi sınırlamalarla ele alınması gerektiği soruları, izleyen bölümlerde ayrıntılı biçimde tartışılacaktır.

2. YAPAY ZEKÂ VE DİŞ HEKİMLİĞİ EĞİTİMİ

2.1. Yapay Zekânın Sağlık Bilimlerine Girişi ve Kavramsal Çerçevesi

YZ, insan zekâsına özgü bilişsel işlevlerin (öğrenme, örüntü tanıma, akıl yürütme ve karar verme) algoritmik sistemler aracılığıyla modellenmesini amaçlayan yöntemler bütünüdür. Sağlık bilimlerinde YZ'nın hızlı yükselişi, büyük veri kümelerinin artan erişilebilirliği ve hesaplama gücündeki ilerlemelerle doğrudan ilişkilidir (Topol, 2019; Floridi & Cows, 2019).

Son on yılda YZ, özellikle görüntü temelli tanı alanlarında uzman düzeyine yaklaşan performans sergileyerek klinik tıp ve diş hekimliği pratiğinde görünür hâle gelmiştir (Kohli ve ark., 2017; Krittanawong ve ark., 2019; Litjens ve ark., 2017). Derin öğrenme tabanlı sistemlerin radyolojik ve dental görüntülerde yüksek doğruluk göstermesi, YZ'nın klinik potansiyelini ortaya koymuştur (Schwendicke ve ark., 2021; Esteva ve ark., 2019; Giger, 2018; He ve ark., 2019). Ancak klinik başarı, YZ'nın eğitimde nasıl ve hangi amaçlarla kullanılacağı sorusunu kendiliğinden yanıtlamamaktadır.

2.2. Klinik Yapay Zekâ ile Eğitimde Yapay Zekânın Temel Ayrımı

Klinik YZ sistemleri, tanısal doğruluğu ve klinik karar verme performansını artırmayı hedefler. Bu bağlamda başarı, doğruluk, duyarlılık ve özgüllük gibi istatistiksel metriklerle ölçülür (Schwendicke ve ark., 2020). Klinik uygulamalarda hata toleransı son

derece düşüktür; yanlış bir çıktı hasta güvenliğini doğrudan tehdit edebilir.

Eğitimde YZ ise farklı bir epistemolojik zemine sahiptir. Eğitim bilimleri literatürü, öğrenmenin hatalar üzerinden yapılandığını ve geri bildirimin öğrenme kazanımlarının en güçlü belirleyicilerinden biri olduğunu göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007). Bu nedenle eğitimde kullanılan YZ sistemlerinin amacı “doğru cevabı üretmek” değil, öğrenme sürecini görünür kılmak, hataları anlamlandırmak ve gelişimi izlemek olmalıdır. Klinik ve eğitim amaçlı YZ sistemlerinin karşılaştırılması Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Klinik ve Eğitim Amaçlı Yapay Zekâ Sistemlerinin Karşılaştırılması

Boyut	Klinik Yapay Zekâ	Eğitimde Yapay Zekâ
Temel amaç	Tanısal doğruluk	Öğrenme sürecini destekleme
Hata toleransı	Çok düşük	Pedagojik olarak kabul edilebilir
Açıklanabilirlik	İkincil	Zorunlu
Başarı ölçütü	Klinik performans	Öğrenme kazanımı

2.3. Eğitim Bilimleri Perspektifinden Yapay Zekâ Destekli Öğrenme

Eğitim araştırmaları, etkili öğrenmenin pasif bilgi aktarımından ziyade aktif bilişsel işleme, geri bildirim ve yansıtma süreçleriyle gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Çoklu ortam öğrenme kuramı, görsel ve sözel bilginin bütünleşik sunumunun bilişsel şema gelişimini desteklediğini göstermektedir (Mayer, 2024).

Sağlık eğitiminde yapılan çalışmalar, öğrencinin teorik bilgi düzeyi ile klinik performansı arasında doğrusal bir ilişki olmadığını

göstermektedir. YZ destekli öğrenme analitikleri, teorik bilgi, görsel tanı doğruluğu ve psikomotor performans gibi çok boyutlu verileri birlikte analiz ederek daha bütüncül bir öğrenci profili oluşturabilmektedir (Cook ve ark., 2015).

2.4. Diş Hekimliği Eğitiminin Yapay Zekâya Uygunluğu

Diş hekimliği eğitimi; görsel tanı, ince motor beceriler ve klinik muhakemenin eş zamanlı gelişimini gerektirir. Bu çok katmanlı yapı, YZ destekli eğitim uygulamaları için özgün bir zemin sunmaktadır. Özellikle radyografik yorumlama, preklinik simülasyonlar ve yetkinlik temelli değerlendirme süreçleri yüksek miktarda yapılandırılmış veri üretmektedir (Schwendicke ve ark., 2020).

Bununla birlikte literatür, teknolojinin pedagojik hedeflerle uyumlu biçimde tasarlanmadığı durumlarda öğrenme kazanımlarının sınırlı kaldığını vurgulamaktadır. YZ'nin eğitimde etkili olabilmesi, açıklanabilirlik, geri bildirim kalitesi ve öğrenci özerkliğini destekleyen tasarımlarla doğrudan ilişkilidir (Holmes ve ark., 2019).

2.5. Öğrenme Analitikleri ve Kişiselleştirilmiş Eğitim

Yaklaşımları

Öğrenme analitikleri, öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin verilerin sistematik olarak toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasını ifade eder (Pane ve ark., 2015). YZ, bu verilerden anlamlı örüntüler çıkararak kişiselleştirilmiş öğrenme yolları oluşturabilmektedir. Tıp ve sağlık eğitiminde yapılan çalışmalar, veri temelli geri bildirimin öğrenme performansını anlamlı düzeyde artırabildiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde kişiselleştirilmiş öğrenme, öğrencilerin farklı hızlarda ve farklı güçlü yönlerle ilerlediği gerçeğini dikkate alan daha adil ve etkili bir eğitim modeli sunabilir. Ancak bu süreçte veri gizliliği ve algoritmik önyargı risklerinin dikkatle yönetilmesi gerekmektedir (Hoel & Chen, 2018).

2.6. Etik, Sorumluluk ve Eğitimsel Güven

Eğitimde YZ kullanımı, öğrenci verilerinin toplanması ve işlenmesi nedeniyle etik ve hukuksal soruları beraberinde getirmektedir. Öğrenme analitikleri alanındaki çalışmalar, veri koruma ilkelerinin ve şeffaflığın eğitimsel güven için temel olduğunu vurgulamaktadır (Hoel & Chen, 2018).

Eğitim literatürü, YZ'nın öğretim elemanının yerini alan bir otorite olarak değil, pedagojik süreci destekleyen bir araç olarak konumlandırılması gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır (Holmes ve ark., 2019).

2.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ'nın sağlık ve eğitim bilimleri bağlamındaki konumu, klinik ve eğitim amaçlı YZ arasındaki temel farklar ve diş hekimliği eğitiminin bu teknolojilere neden yapısal olarak uygun olduğu kanıta dayalı biçimde ele alınmıştır. Diş hekimliği eğitimindeki YZ ekosistemi Şekil 2.1'de özetlenmiştir. Bu kuramsal çerçeve, izleyen bölümlerde sunulacak uygulamaların pedagojik değerlendirilmesi için temel bir referans oluşturmaktadır.



Şekil 2.1. Diş Hekimliği Eğitiminde Yapay Zekâ Ekosistemi

3. YAPAY ZEKÂNIN EVRİMİ

3.1. Yapay Zekânın Tarihsel Kökenleri ve İlk Sağlık Uygulamaları

YZ kavramı, insan zekâsına özgü bilişsel süreçlerin makineler aracılığıyla modellenebileceği varsayımına dayanmaktadır. Alanın temelleri 1950’li yıllarda atılmış; erken dönem çalışmalar sembolik mantık, kural tabanlı çıkarım ve problem çözme üzerine yoğunlaşmıştır (Russell & Norvig, 2021). Sağlık alanında bu yaklaşım, özellikle 1970’li ve 1980’li yıllarda geliştirilen klinik uzman sistemler aracılığıyla uygulanmaya çalışılmıştır.

Bu erken uzman sistemler, belirli klinik senaryolarda karar desteği sunabilmiş olsa da bilgi tabanlarının manuel olarak oluşturulması ve güncellenmesi gerekliliği, sistemlerin ölçeklenebilirliğini sınırlamıştır (Topol, 2019). Eğitim bağlamında ise bu kural tabanlı yaklaşımlar, öğrenmenin dinamik ve bireysel doğasını yeterince yansıtamamıştır.

3.2. Makine Öğrenimine Geçiş ve Veriye Dayalı Paradigma

1990’lı yıllardan itibaren YZ araştırmaları, kural tabanlı sistemlerden makine öğrenimi paradigmalarına doğru kaymıştır. Makine öğrenimi, sistemlerin açıkça programlanmış kurallar yerine verilerden örüntüler öğrenmesini esas alır (Obermeyer & Emanuel, 2016; Russell & Norvig, 2021). Sağlık bilimlerinde bu yaklaşım, istatistiksel modeller ve sınıflandırma algoritmaları aracılığıyla klinik karar destek sistemlerinin geliştirilmesini mümkün kılmıştır.

Eğitim alanında makine öğrenimi, öğrenci performans verilerinin analizinde yeni olanaklar sunmuştur. Öğrencilerin doğru-yanlış yanıtları, işlem süreleri ve tekrar sayıları gibi nicel göstergeler, öğrenme sürecinin veri temelli olarak modellenmesine olanak sağlamıştır (Cook ve ark., 2015). Ancak bu modellerin büyük bölümü, karmaşık bilişsel süreçleri temsil etmekte sınırlı kalmıştır.

3.3. Derin Öğrenmenin Yükselişi ve Görüntü Tabanlı Uygulamalar

2010'lu yıllarla birlikte hesaplama gücündeki artış ve büyük veri kümelerinin erişilebilir hâle gelmesi, derin öğrenme yaklaşımlarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Çok katmanlı yapay sinir ağları, ham veriden hiyerarşik özellikler öğrenebilme kapasitesi sayesinde özellikle görüntü işleme alanında çarpıcı başarılar elde etmiştir (LeCun ve ark., 2015).

Diş hekimliği alanında derin öğrenme, radyografik görüntülerin analizi, çürük tespiti ve periodontal kemik kaybının değerlendirilmesi gibi görevlerde yüksek doğruluk göstermiştir (Schwendicke ve ark., 2021). Bununla birlikte, bu çalışmaların büyük bölümü klinik performansa odaklanmış; eğitimsel çıktılar ikincil düzeyde ele alınmıştır.

3.4. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) ve Eğitimsel Şeffaflık Gereksinimi

Derin öğrenme modellerinin karar süreçlerinin anlaşılabilir olmaması, özellikle eğitim bağlamında önemli bir sınırlılık olarak

kabul edilmektedir. Öğrencinin, sistemin neden belirli bir sonuca ulaştığını anlamaması, öğrenmenin yüzeysel kalmasına yol açabilir.

Açıklanabilir YZ (*Explainable Artificial Intelligence*, XAI) yaklaşımları, model çıktılarının görsel veya kavramsal olarak açıklanmasını amaçlar. Isı haritaları, dikkat haritaları ve önem derecelendirmeleri gibi yöntemler, öğrencinin dikkatini doğru anatomik veya patolojik bölgelere yönlendirebilir.

Dış hekimliği eğitiminde XAI, YZ'nın yalnızca “doğruyu gösteren” bir araç değil, neden–sonuç ilişkilerini görünür kılan bir öğrenme ortağı olmasını mümkün kılmaktadır.

3.5. Temel Yapay Zekâ Kavramlarının Eğitim Bağlamında Yorumlanması

Makine öğrenimi, eğitim bağlamında öğrencinin performans verilerinden öğrenme örüntülerinin çıkarılmasını mümkün kılmaktadır (Cook ve ark., 2015). Derin öğrenme ise özellikle görsel tanı ve karmaşık örüntü tanıma gerektiren öğrenme alanlarında pedagojik değer üretme potansiyeline sahiptir (LeCun ve ark., 2015).

CNN, radyografik görüntülerin çok katmanlı analizinde yaygın olarak kullanılmakta; ancak eğitim ortamlarında bu modellerin açıklanabilirlik düzeyi, öğrenme etkinliği açısından belirleyici olmaktadır (Samek ve ark., 2019). Bu nedenle teknik kavramlar, eğitimsel işlevleriyle birlikte değerlendirilmelidir.

3.6. Diş Hekimliği Eğitiminde Dönüşüm ve Pedagojik

Yansımalar

YZ'nın tarihsel evrimi, diş hekimliği eğitiminde öznel değerlendirmelerden veri temelli ve izlenebilir öğrenme süreçlerine doğru bir dönüşümü beraberinde getirmiştir (Schwendicke ve ark., 2020). Bu dönüşüm, öğretim elemanının rolünü ortadan kaldırmak yerine, pedagojik rehberlik ve yorumlama işlevini güçlendirmektedir.

Eğitim literatürü, YZ'nın eğiticinin yerini alan bir otorite olarak değil, öğrenme sürecini destekleyen bir araç olarak konumlandırılması gerektiğini vurgulamaktadır (Holmes ve ark., 2019). Bu yaklaşım, diş hekimliği eğitiminde teknolojinin pedagojik değer üretmesini mümkün kılmaktadır.

3.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ'nın tarihsel gelişimi ve temel paradigmaları, diş hekimliği eğitimi bağlamında kanıta dayalı biçimde ele alınmıştır. Kural tabanlı sistemlerden açıklanabilir derin öğrenmeye uzanan süreç, eğitimde veri temelli, şeffaf ve pedagojik olarak anlamlı yaklaşımların önünü açmıştır (Topol, 2019; Schwendicke ve ark., 2020). YZ yaklaşımlarının eğitimsel karşılaştırması (Tablo 3.1) ve tarihsel evriminin eğitimsel karşılıkları (Şekil 3.1) aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.1. Yapay Zekâ Yaklaşımlarının Eğitimsel Karşılaştırması

Yaklaşım	Temel özellik	Eğitimsel katkı	Sınırlılık
Kural tabanlı	Açık kurallar	Standartlaştırılmış bilgi	Esneklik yok
Makine öğrenimi	Veri temelli	Performans izleme	Yüzeysel örüntüler
Derin öğrenme	Çok katmanlı	Görsel tanı desteği	Kara kutu
XAI	Açıklanabilirlik	Bilişsel şeffaflık	Ek karmaşıklık

Yapay Zekâ Paradigmalarının Tarihsel Evrimi ve Eğitimsel Karşılıkları

**Şekil 3.1.** Yapay Zekâ Paradigmalarının Tarihsel Evrimi ve Eğitimsel Karşılıkları

4. ÖĞRENME KURAMLARI VE YAPAY ZEKÂ

4.1. Öğrenme Kuramları Olmadan Yapay Zekâ: Pedagojik Boşluk Riski

Eğitim teknolojilerinin tarihsel gelişimi, pedagojik çerçeveden yoksun teknolojik yeniliklerin kısa ömürlü olduğunu açıkça göstermektedir. Öğrenme çıktıları üzerinde belirleyici olan unsur, kullanılan teknolojinin yenilik düzeyi değil, bu teknolojinin hangi öğrenme kuramına dayalı olarak tasarlandığıdır (Mayer, 2024). Bu bağlamda YZ, pedagojik bir kuramsal temel olmaksızın kullanıldığında yalnızca “gelişmiş otomasyon” işlevi görür (Shneiderman, 2020).

Diş hekimliği eğitimi, yalnızca bilişsel bilgi aktarımına değil; aynı zamanda psikomotor beceri gelişimine ve klinik muhakemenin yapılandırılmasına dayanır. Bu çok boyutlu yapı, tek bir öğrenme kuramıyla açıklanamayacak kadar karmaşıktır (Cook ve ark., 2015). Dolayısıyla yapay YZ eğitim sistemlerinin, farklı öğrenme kuramlarını bağlamsal olarak bütünleştirmesi gerekir.

Eğitim literatürü, teknoloji merkezli değil, öğrenme merkezli tasarlanan dijital ortamların daha kalıcı öğrenme sağladığını göstermektedir (Holmes ve ark., 2019). Bu nedenle bu bölüm, YZ’yi öğrenme kuramları üzerinden konumlandırmayı amaçlamaktadır.

4.2. Davranışçı Öğrenme Kuramı: Yapay Zekâ Tabanlı Geri Bildirim ve Pekiştirme

Davranışçı öğrenme kuramı, öğrenmeyi gözlemlenebilir davranış değişikliği olarak tanımlar ve uyarıcı–tepki ilişkisine dayanır.

Bu yaklaşımda pekiştirme ve geri bildirim, öğrenmenin temel belirleyicileridir (Hattie & Timperley, 2007). YZ destekli eğitim sistemleri, anlık ve tutarlı geri bildirim sunabilme kapasiteleri nedeniyle davranışçı ilkelerle güçlü bir uyum sergiler.

Dış hekimliği eğitiminde davranışçı yaklaşım, özellikle erken dönem bilgi ölçümleri ve temel beceri kazanımı aşamalarında etkili olabilir. Örneğin, otomatik test sistemleri veya simülasyonlarda yapılan hataların anında işaretlenmesi, doğru davranışların hızlı biçimde pekiştirilmesini sağlar (Cook ve ark., 2015).

Ancak literatür, yalnızca sonuç odaklı geri bildirimin öğrenmeyi yüzeyselleştirebileceğini göstermektedir. Hattie ve Timperley (2007), etkili geri bildirimin yalnızca “doğru–yanlış” bilgisini değil, neden yanlış olduğu ve nasıl düzeltileceği bilgisini de içermesi gerektiğini vurgulamaktadır. YZ sistemlerinin davranışçı çerçevede bile açıklayıcı geri bildirim üretmesi bu nedenle kritik önemdedir.

4.3. Bilişsel Öğrenme Kuramı ve Yapay Zekâ ile Bilişsel Yük Yönetimi

Bilişsel öğrenme kuramı, öğrenmenin zihinsel bilgi işleme süreçleri üzerinden gerçekleştiğini savunur. Bu yaklaşımın önemli bir bileşeni olan bilişsel yük kuramı, öğrenme ortamlarının tasarımında çalışma belleğinin sınırlı kapasitesinin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur (Sweller, 2024).

Dış hekimliği eğitiminde radyografik yorumlama, üç boyutlu anatomik ilişkilerin kavranması ve kompleks klinik vakalar, yüksek bilişsel yük oluşturur. YZ destekli sistemler, içeriği öğrencinin bilgi

düzeyine göre aşamalı olarak sunarak bilişsel yükü optimize edebilir (Mayer, 2024).

Bununla birlikte, aşırı uyarlanabilir sistemlerin öğrencinin aktif bilişsel çabasını azaltma riski vardır. Eğitim literatürü, “fazla yardımın” öğrenme transferini olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015). Bu nedenle YZ tabanlı bilişsel destek sistemleri, öğrenenin zihinsel çabasını tamamen ortadan kaldıracak şekilde değil, dengeleyici biçimde tasarlanmalıdır.

4.4. Yapılandırmacı Öğrenme Kuramı: Yapay Zekâ Destekli Keşif ve Klinik Muhakeme

Yapılandırmacı öğrenme kuramı, bilginin öğrenen tarafından aktif olarak inşa edildiğini savunur. Bu yaklaşımda öğrenme, problem çözme, keşif ve yansıtma süreçleriyle desteklenir. YZ, öğrenciye farklı senaryolar ve alternatif geri bildirimler sunarak yapılandırmacı öğrenme ortamlarının oluşturulmasını kolaylaştırabilir (Holmes ve ark., 2019).

Diş hekimliği eğitiminde YZ destekli sanal hasta vakaları, öğrencinin klinik muhakeme becerilerini güvenli bir ortamda geliştirmesine olanak tanır. Literatür, yapılandırmacı yaklaşımların özellikle klinik karar verme ve bilgi transferi üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

Ancak yapılandırmacı öğrenme ortamlarının aşırı karmaşık tasarlanması, öğrencilerde bilişsel aşırı yük ve motivasyon kaybına yol açabilir. Bu nedenle YZ, yapılandırmacı öğrenmeyi desteklerken rehberlik düzeyini dinamik biçimde ayarlamalıdır.

4.5. Deneyimsel Öğrenme ve Yapay Zekâ Destekli

Simülasyonlar

Deneyimsel öğrenme kuramı, öğrenmenin somut deneyim, yansıtma, soyut kavramsallaştırma ve aktif deneme döngüsü üzerinden gerçekleştiğini tanımlar. Sağlık eğitiminde simülasyon temelli öğrenme, bu döngünün sistematik biçimde uygulanmasını mümkün kılar (Makransky & Petersen, 2021).

YZ, simülasyon ortamlarında öğrencinin performansını sürekli analiz ederek kişiselleştirilmiş geri bildirim sunabilir. Bu yaklaşım, diş hekimliği eğitiminde özellikle prelinik laboratuvar ve sanal gerçeklik uygulamalarında beceri kazanımını destekleyen güçlü bir pedagojik araç olarak değerlendirilmektedir (Makransky ve ark., 2021).

Bununla birlikte, simülasyon temelli öğrenmenin klinik ortama transferi otomatik değildir. Literatür, deneyimsel öğrenmenin klinik performansa yansımalarının rehberli yansıtma ve eğitici geri bildirimiyle güçlendiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

4.6. Yetkinlik Temelli Eğitim ve Yapay Zekâ Destekli Ölçme

Yetkinlik temelli eğitim, öğrenme sürecini zaman temelli ilerleme yerine, belirli bilgi ve becerilerin kazanılmasına odaklar. YZ, öğrencinin performans verilerini analiz ederek yetkinlik düzeylerini nesnel biçimde belirleme potansiyeline sahiptir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde YZ destekli değerlendirme sistemleri, öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerini ayrıntılı biçimde ortaya koyabilir. Ancak eğitim literatürü, algoritmik değerlendirmelerin eğitici

yargısının yerini almaması gerektiğini vurgulamaktadır (Holmes ve ark., 2019).

Bu nedenle YZ, yetkinlik temelli eğitimde karar verici değil, karar destekleyici bir araç olarak konumlandırılmalıdır.

4.7. Hibrit Pedagojik Modeller ve Yapay Zekânın

Bütünleştirici Rolü

Güncel eğitim literatürü, tek bir öğrenme kuramına dayalı yaklaşımların karmaşık öğrenme hedefleri için yetersiz kaldığını göstermektedir. Bunun yerine, farklı kuramların bağlamsal olarak bir arada kullanıldığı hibrit modeller önerilmektedir (Mayer, 2024).

YZ, davranışçı geri bildirim, bilişsel yük yönetimi, yapılandırmacı keşif ve deneyimsel öğrenme unsurlarını aynı eğitim ortamında bütünleştirebilen nadir araçlardan biridir (Holmes ve ark., 2019). Bu bütünleştirici rol, YZ'nin pedagojik değerinin temelini oluşturmaktadır.

4.8. Bölüm Özeti

Bu bölümde temel öğrenme kuramları, YZ destekli dış hekimliği eğitimi bağlamında derinlemesine ele alınmıştır. YZ'nin pedagojik değeri, tek bir kuramsal yaklaşıma indirgenemeyecek kadar çok boyutludur; asıl güç, farklı öğrenme kuramlarının bilinçli ve dengeli biçimde bütünleştirilmesinden doğmaktadır (Mayer, 2024; Holmes ve ark., 2019). Bu bölümde ele alınan öğrenme kuramlarının eğitimsel katkıları ve potansiyel riskleri karşılaştırmalı olarak Tablo 4.1'de sunulmuş; her kuramın YZ uygulamalarıyla kavramsal düzeyde nasıl eşleştiği Şekil 4.1'de özetlenmiştir.

Tablo 4.1. Öğrenme Kuramları, Yapay Zekâ Uygulamaları ve Eğitimsel Katkılar

Öğrenme kuramı	YZ uygulaması	Eğitimsel katkı	Risk
Davranışçı	Anlık geri bildirim	Hızlı pekiştirme	Yüzeysel öğrenme
Bilişsel	Uyarlanabilir içerik	Bilişsel yük yönetimi	Aşırı yönlendirme
Yapılandırmacı	Sanal vakalar	Klinik muhakeme	Karmaşıklık
Deneyimsel	Simülasyon	Beceri transferi	Teknoloji bağımlılığı

**Şekil 4.1.** Öğrenme Kuramları ve Yapay Zekâ Destekli Eğitim Bileşenleri

5. OTOMATİK DEĞERLENDİRME, GERİ BİLDİRİM VE YETKİNLİK ÖLÇÜMÜ

5.1. Değerlendirmede Dönüşüm: Neden Otomatik Sistemler?

Sağlık eğitiminde değerlendirme, yalnızca öğrenme çıktılarının ölçülmesi değil; aynı zamanda öğrenme sürecinin yönlendirilmesi açısından da merkezi bir rol oynar. Geleneksel değerlendirme yaklaşımları, çoğu zaman eğitici gözlemine ve öznel yargılara dayanmakta; bu durum değerlendirmeler arasında tutarsızlıklara yol açabilmektedir (Cook ve ark., 2015). Diş hekimliği eğitiminde bu sorun, özellikle prelinik becerilerin ve klinik muhakemenin değerlendirilmesinde belirginleşir.

Otomatik değerlendirme sistemleri, ölçütleri önceden tanımlanmış performans göstergelerine dayandırarak değerlendirme sürecini daha nesnel hâle getirme potansiyeline sahiptir. YZ, büyük ölçekli öğrenci performans verilerini analiz ederek değerlendirmede standartlaşmayı ve izlenebilirliği artırabilir (Schwendicke ve ark., 2020). Ancak bu potansiyelin pedagojik değere dönüşebilmesi, değerlendirme tasarımının öğrenme kuramlarıyla uyumuna bağlıdır.

Eğitim literatürü, değerlendirmenin yalnızca sonuç odaklı değil; biçimlendirici (formative) bir araç olarak kullanıldığında öğrenme kazanımlarını anlamlı biçimde artırdığını göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007). Bu bağlamda otomatik değerlendirme, öğrenmenin ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alınmalıdır.

5.2. Biçimlendirici ve Sonlandırıcı Değerlendirme: Yapay Zekâ Perspektifi

Biçimlendirici değerlendirme, öğrenme süreci devam ederken geri bildirim sunmayı amaçlar; sonlandırıcı değerlendirme ise belirli bir öğrenme döneminin sonunda performansı ölçer. YZ, bu iki değerlendirme türünü dinamik biçimde birleştirebilme kapasitesine sahiptir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde YZ destekli sistemler, öğrencinin simülasyon veya vaka analizleri sırasında yaptığı hataları anında işaretleyerek biçimlendirici geri bildirim sağlayabilir. Bu yaklaşım, öğrencinin hatalarını erken aşamada fark etmesine ve düzeltmesine olanak tanır (Hattie & Timperley, 2007).

Buna karşılık, yalnızca otomatik sonlandırıcı değerlendirmelere dayalı sistemler, öğrencinin öğrenme sürecini görünür kılmadan performansı etiketleme riski taşır. Bu nedenle literatür, YZ'nın değerlendirmede süreç odaklı biçimde kullanılmasını önermektedir (Holmes ve ark., 2019).

5.3. Performans Göstergeleri ve Ölçüm Metrikleri

Otomatik değerlendirme sistemlerinin güvenilirliği, kullanılan performans göstergelerinin geçerliliğine bağlıdır. Sağlık eğitiminde geçerli değerlendirme, yalnızca ölçüm doğruluğu değil; ölçülen niteliğin eğitimsel anlamlılığıyla da ilişkilidir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde YZ destekli değerlendirme sistemleri şu metrikleri analiz edebilmektedir:

- işlem süresi,
- hata sayısı ve türü,
- uygulanan kuvvet ve açı (simülasyonlarda),
- tanısal doğruluk ve karar tutarlılığı (Schwendicke ve ark., 2020).

Bu metriklerin tek başına yorumlanması yanıltıcı olabilir. Eğitim literatürü, çoklu ölçütlerin birlikte değerlendirilmesinin daha güvenilir sonuçlar ürettiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015). YZ, bu çok boyutlu verileri bütüncül biçimde analiz edebilme avantajına sahiptir.

5.4. Geri Bildirim Tasarımı: Nicelikten Niteliğe

Geri bildirim, değerlendirme sürecinin öğrenmeye dönüşmesini sağlayan temel mekanizmadır. Hattie ve Timperley (2007), geri bildirimın etkisinin içeriği, zamanlaması ve öğrenciyle etkileşim biçimiyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermiştir. YZ destekli sistemler, anlık ve tutarlı geri bildirim sunabilme açısından önemli bir avantaj sağlar.

Ancak nicel geri bildirimlerin (puan, skor, yüzde) tek başına sunulması, öğrenme üzerinde sınırlı etki yaratır. Eğitim araştırmaları, açıklayıcı ve yönlendirici geri bildirimın öğrenme kalıcılığını artırdığını vurgulamaktadır (Mayer, 2024).

Diş hekimliği eğitiminde YZ, öğrencinin hatasını yalnızca işaretlemekle kalmamalı; hatanın nedenini ve nasıl düzeltilebileceğini de açıklamalıdır. Bu yaklaşım, otomatik geri bildirimın pedagojik değerini belirleyen temel unsurdur (Holmes ve ark., 2019).

5.5. Yetkinlik Temelli Eğitim ve Otomatik Ölçüm

Yetkinlik temelli eğitim, öğrenme sürecini zaman temelli ilerleme yerine belirli bilgi ve becerilerin kazanılmasına odaklar. Bu yaklaşımda değerlendirme, öğrencinin yetkinliğe ulaşp ulaşmadığını nesnel olarak ortaya koymalıdır (Cook ve ark., 2015).

YZ, öğrencinin performans verilerini uzunlamasına analiz ederek yetkinlik gelişimini izleyebilir. Diş hekimliği eğitiminde bu yaklaşım, öğrencinin belirli klinik becerilerde hangi aşamada olduğunu ve hangi alanlarda ek çalışmaya ihtiyaç duyduğunu belirlemeyi mümkün kılar (Schwendicke ve ark., 2020).

Bununla birlikte literatür, algoritmik değerlendirmelerin mutlak doğruluk atfedilen karar mekanizmalarına dönüşmemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yetkinlik ölçümünde YZ, eğitici değerlendirmesini destekleyen bir araç olarak konumlandırılmalıdır (Holmes ve ark., 2019).

5.6. Güvenilirlik, Geçerlilik ve Etik Boyut

Otomatik değerlendirme sistemlerinin eğitimde kabul görebilmesi için güvenilirlik ve geçerliliklerinin kanıtlanması gerekir. Sağlık eğitimi literatürü, değerlendirme araçlarının bağlamsal geçerliliğinin pedagojik açıdan kritik olduğunu ortaya koymuştur (Cook ve ark., 2015).

Ayrıca algoritmik değerlendirmelerde şeffaflık ve adalet önemli etik konulardır. Öğrencilerin nasıl değerlendirildiğini anlamaması, sisteme olan güveni zedeleyebilir. Bu nedenle açıklanabilir YZ

yaklaşımları, otomatik değerlendirme sistemlerinde etik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir (Holmes ve ark., 2019).

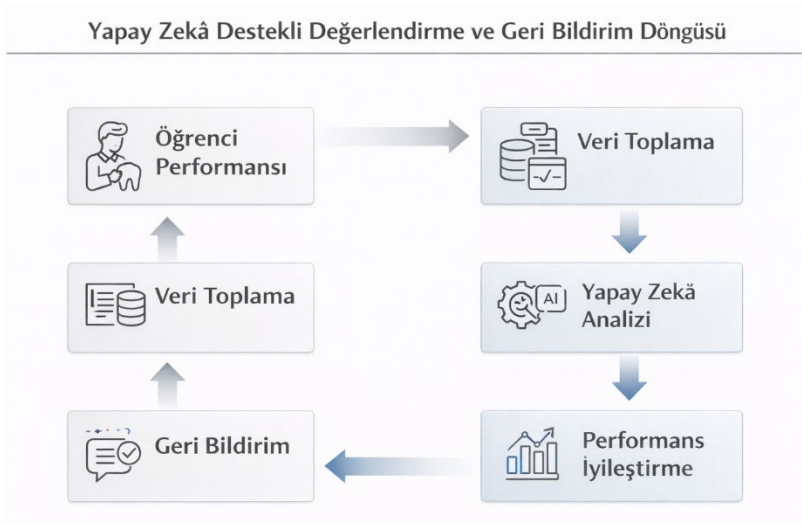
Diş hekimliği eğitiminde otomatik değerlendirme, öğrenci motivasyonunu destekleyen ve öğrenme sürecini güçlendiren bir araç olmalı; cezalandırıcı veya etiketleyici bir mekanizmaya dönüşmemelidir (Morley ve ark., 2020).

5.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde otomatik değerlendirme, geri bildirim ve yetkinlik ölçümü kavramları, YZ destekli diş hekimliği eğitimi bağlamında derinlemesine ele alınmıştır. YZ, değerlendirmeyi yalnızca ölçen değil; öğrenmeyi yönlendiren bir pedagojik araç hâline getirme potansiyeline sahiptir (Hattie & Timperley, 2007; Holmes ve ark., 2019). Ancak bu potansiyelin gerçekleşebilmesi, değerlendirme tasarımının öğrenme kuramlarıyla uyumlu, şeffaf ve etik ilkelere dayalı olmasına bağlıdır. Değerlendirme türüne göre ve YZ uygulamalarının eğitime katkıları ve olası riskler Tablo 5.1’de; YZ destekli değerlendirme ve geri bildirim döngüsü ise Şekil 5.1’de sunulmuştur.

Tablo 5.1. Değerlendirme Türleri ve Yapay Zekâ Uygulamaları

Değerlendirme türü	YZ uygulaması	Eğitimsel katkı	Risk
Biçimlendirici	Anlık geri bildirim	Öğrenme sürecini destekler	Aşırı yönlendirme
Sonlandırıcı	Otomatik puanlama	Standartlaştırma	Etiketleme
Yetkinlik temelli	Uzunlamasına analiz	Nesnel ölçüm	Algoritmik önyargı



Şekil 5.1. Yapay Zekâ Destekli Değerlendirme ve Geri Bildirim Döngüsü

6. GÖRÜNTÜ İŞLEME VE DERİN ÖĞRENME

6.1. Görsel Tanı Eğitiminin Diş Hekimliğindeki Merkezi

Rolü

Diş hekimliği pratiğinde tanısal doğruluk, büyük ölçüde görsel bilginin doğru algılanmasına ve yorumlanmasına bağlıdır. İntraoral, panoramik ve periapikal radyografiler; çürük tanısı, periodontal kemik kaybının değerlendirilmesi ve periapikal patolojilerin ayırt edilmesinde temel araçlar olarak kullanılmaktadır (White & Pharoah, 2019). Bu nedenle görsel tanı eğitimi, diş hekimliği müfredatının yalnızca teknik değil, bilişsel olarak en karmaşık bileşenlerinden biridir.

Eğitim literatürü, öğrencilerin radyografik görüntüleri yorumlarken sıkça anatomik varyasyonları patolojik bulgularla karıştırdığını ve iki boyutlu projeksiyonlardan üç boyutlu çıkarımlar yapmada zorlandığını göstermektedir (Moussa ve ark., 2022). Bu durum, yalnızca bilgi eksikliğinden değil; görsel örüntü tanıma ve bilişsel şema gelişiminin yetersizliğinden kaynaklanmaktadır (Mayer, 2024).

Bu bağlamda YZ tabanlı görüntü işleme sistemleri, öğrencinin görsel dikkatini doğru anatomik alanlara yönlendirme ve örüntü tanıma süreçlerini destekleme potansiyeline sahiptir (Schwendicke ve ark., 2020; Khanagar ve ark., 2021).

6.2. Görüntü İşlemede Derin Öğrenmenin Kuramsal Temeli

Derin öğrenme, çok katmanlı yapay sinir ağları aracılığıyla ham veriden hiyerarşik özellikler öğrenebilen bir makine öğrenimi

yaklaşımıdır (Buczak & Guven, 2015; Char ve ark., 2018; Chen & Asch, 2017). Görüntü analizi alanında en yaygın kullanılan mimariler CNN'lerdir. CNN'ler, kenar ve kontrast gibi düşük seviyeli özelliklerden başlayarak anatomik yapı ve patolojik örüntülere kadar uzanan çok katmanlı temsiller oluşturabilmektedir (LeCun ve ark., 2015).

Diş hekimliği literatüründe CNN tabanlı modellerin; çürük tespiti, periodontal kemik kaybı ölçümü ve kök kanal morfolojisinin sınıflandırılması gibi görevlerde yüksek doğruluk sergilediği bildirilmiştir (Schwendicke ve ark., 2020; Lee ve ark., 2018). Ancak bu çalışmaların büyük bölümü klinik performansa odaklanmış; eğitimsel etkiler sistematik olarak değerlendirilmemiştir (Park & Park, 2018; Zhang ve ark., 2018).

Eğitim açısından kritik soru, bir modelin ne kadar doğru olduğu değil; bu doğruluğun öğrencinin nasıl öğrendiğine ne ölçüde katkı sağladığıdır (Cook ve ark., 2015).

6.3. Klinik Performans ile Eğitimsel Değer Arasındaki

Ayrım

Klinik YZ sistemleri, tanısal doğruluğu maksimize etmeyi hedefler. Eğitim ortamında ise amaç, öğrencinin doğru cevabı görmesi değil; doğruya giden bilişsel yolu anlamasıdır (Mayer, 2024). Bu nedenle klinik olarak “başarılı” bir görüntü analiz sistemi, pedagojik olarak sınırlı değer üretebilir.

Eğitim literatürü, hataların görünür kılınmasının ve öğrencinin kendi yorumuyla sistem çıktısını karşılaştırmasının öğrenme

kalıcılığını artırdığını göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007). YZ destekli görüntü işleme sistemlerinin, bu karşılaştırmalı öğrenmeyi destekleyecek biçimde tasarlanması gerekir.

Schwendicke ve arkadaşları (2020), diş hekimliği eğitiminde kullanılan YZ sistemlerinde açıklanabilirliğin, öğrencinin tanısal muhakeme gelişimi açısından belirleyici olduğunu vurgulamaktadır.

6.4. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) ve Eğitimsel Şeffaflık

Derin öğrenme modellerinin “kara kutu” niteliği, eğitim ortamlarında önemli bir sınırlılık oluşturur (London, 2019). Öğrencinin, sistemin hangi gerekçeyle belirli bir alanı patolojik olarak işaretlediğini anlayamaması, öğrenmenin yüzeysel kalmasına yol açabilir (Samek ve ark., 2019).

XAI yaklaşımları; ısı haritaları (Grad-CAM), dikkat mekanizmaları ve özellik önem analizleri aracılığıyla model kararlarının görselleştirilmesini sağlar (Tjoa & Guan, 2021). Diş radyografileri üzerinde yapılan çalışmalar, bu görselleştirmelerin öğrencinin dikkatini doğru anatomik bölgelere yönlendirdiğini ve tanısal güveni artırdığını göstermektedir (Schwendicke ve ark., 2020).

Eğitimsel açıdan XAI, YZ’yı pasif bir “sonuç üretici” olmaktan çıkararak aktif bir öğrenme aracına dönüştürmektedir (Holmes ve ark., 2019).

6.5. CBCT ve Üç Boyutlu Görsel Tanı Eğitimi

Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), diş hekimliği eğitiminde üç boyutlu anatomik farkındalık kazandırma açısından önemli bir araçtır. Ancak CBCT verilerinin çok düzlemli yapısı,

öğrenciler için yüksek bilişsel yük oluşturabilmektedir (White & Pharoah, 2019).

Derin öğrenme tabanlı segmentasyon sistemleri, mandibular kanal, maksiller sinüs ve kök morfolojileri gibi yapıların otomatik olarak işaretlenmesini mümkün kılmaktadır (Jaskari ve ark., 2020). Eğitim bağlamında bu sistemler, öğrencinin üç boyutlu ilişkileri daha hızlı kavramasına yardımcı olabilir.

Bununla birlikte, literatür aşırı otomasyonun öğrencinin kendi zihinsel modelini geliştirmesini engelleyebileceği konusunda uyarılmaktadır. Bu nedenle CBCT tabanlı YZ sistemleri, rehberli öğrenme çerçevesinde kullanılmalıdır (Cook ve ark., 2015).

6.6. Görsel Geri Bildirim, Öğrenme Kalıcılığı ve Transfer

Görsel geri bildirim, örüntü tanıma gerektiren öğrenme alanlarında yüksek etkiye sahiptir. Eğitim araştırmaları, geri bildirimin zamanlaması ve içeriğinin öğrenme kalıcılığı üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007).

YZ destekli görüntü işleme sistemleri, öğrencinin yaptığı hataları anında ve tutarlı biçimde görselleştirerek bireyselleştirilmiş geri bildirim sunabilir. Ancak bu geri bildirimin zamanla azaltılması ve öğrencinin bağımsız karar vermeye teşvik edilmesi gerekmektedir. Aksi hâlde “otomasyon bağımlılığı” riski ortaya çıkar (Parasuraman & Riley, 1997).

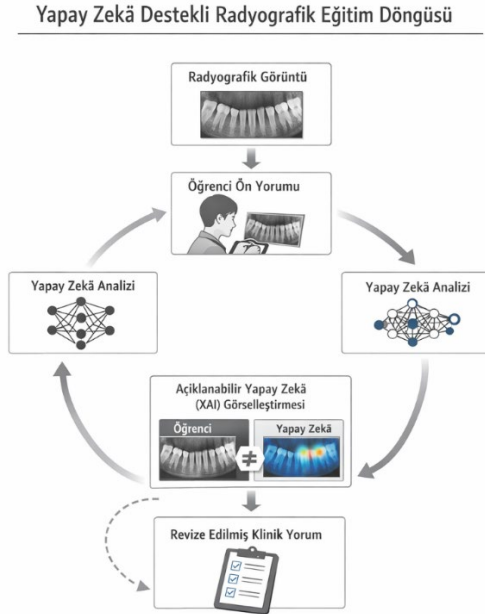
6.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde görüntü işleme ve derin öğrenme teknolojilerinin diş hekimliği eğitiminde, özellikle radyografik ve görsel tanı alanında

nasıl pedagojik değer üretebileceği ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. Klinik doğruluk ile eğitimsel etkinin aynı kavramlar olmadığı; açıklanabilirlik, geri bildirim tasarımı ve bilişsel yük yönetiminin belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Schwendicke ve ark., 2020; Mayer, 2024). Görsel tanı eğitiminde YZ kullanım düzeylerinin eğitimsel amaç ve pedagojik risk ilişkisi Tablo 6.1’de, YZ destekli radyografik eğitim döngüsü ise Şekil 6.1’de sunulmuştur.

Tablo 6.1. Görsel Tanı Eğitiminde Yapay Zekâ Kullanım Düzeyleri

Kullanım düzeyi	Eğitimsel amaç	Pedagojik risk
Tam otomasyon	Hızlı örnekleme	Pasif öğrenme
Rehberli analiz	Bilişsel destek	Orta düzey
Kademeli geri çekilme	Bağımsız muhakeme	Düşük



Şekil 6.1. Yapay Zekâ Destekli Radyografik Eğitim Döngüsü

7. SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİKTE YAPAY ZEKÂ (Deneyimsel Öğrenmeden Klinik Yetkinliğe)

7.1. Deneyimsel Öğrenmenin Pedagojik Gerekçesi

Deneyimsel öğrenme kuramı, öğrenmenin somut deneyim, yansıtma, soyut kavramsallaştırma ve aktif deneme döngüsü üzerinden gerçekleştiğini savunur (Kolb, 1984). Sağlık eğitiminde simülasyon temelli yaklaşımlar, bu döngünün güvenli ve tekrarlanabilir biçimde uygulanmasını mümkün kılar (Cook ve ark., 2015). Diş hekimliği eğitimi, hasta güvenliği nedeniyle erken dönemde gerçek klinik deneyimi sınırlı tutmak zorunda olduğundan, deneyimsel öğrenme için simülasyonlara özellikle ihtiyaç duyar.

Sanal gerçeklik (*Virtual Reality*, VR) ve artırılmış gerçeklik (*Augmented Reality*, AR), öğrenciyi yüksek derecede sürükleyici (immersive) ortamlara taşıyarak bilişsel ve psikomotor öğrenmeyi eş zamanlı destekleyebilir (Makransky & Petersen, 2021). VR, tamamen sanal bir ortam sunarken; AR, gerçek dünyaya dijital katmanlar ekleyerek bağlamsal öğrenmeyi güçlendirir. Bu iki yaklaşımın pedagojik etkileri farklıdır ve amaçlara göre seçilmelidir (Radianti ve ark., 2020).

Eğitim literatürü, sürükleyiciliğin tek başına öğrenme garantisi olmadığını; öğrenme çıktılarının görev tasarımı, geri bildirim ve yansıtma ile belirlendiğini göstermektedir (Makransky ve ark., 2021). Bu nedenle VR/AR uygulamalarının pedagojik değeri, YZ ile nasıl bütünleştirildiğine bağlıdır.

7.2. VR ve AR'nin Diş Hekimliği Eğitimindeki Kullanım

Alanları

Diş hekimliği eğitiminde VR, prelinik beceri eğitimi, ergonomi, el-göz koordinasyonu ve klinik senaryo simülasyonlarında kullanılmaktadır (de Boer ve ark., 2016). Özellikle haptik geri bildirimli VR sistemleri, kavite preparasyonu ve restoratif işlemlerde psikomotor beceri gelişimini destekleyebilir. Bununla birlikte, haptik doğruluk ve transfer edilebilirlik hâlen araştırma konusudur (Moussa ve ark., 2022).

AR ise canlı klinik ortamda anatomik yapıların üst üste bindirilmesi, rehberli prosedürler ve gerçek zamanlı uyarılar sunma potansiyeline sahiptir. Eğitimsel açıdan AR, “tam otomasyon” yerine “bağlamsal destek” sunduğundan bilişsel yükü daha kontrollü biçimde yönetebilir (Radianti ve ark., 2020).

Ancak her iki yaklaşımda da pedagojik riskler mevcuttur. Aşırı görsel bilgi, bilişsel aşırı yüke yol açabilir; yüksek sürükleyicilik, öğrenme hedefinden sapmaya neden olabilir (Mayer, 2024). Bu risklerin yönetimi, YZ destekli uyarılama mekanizmalarıyla mümkündür.

7.3. Yapay Zekâ ile VR/AR Entegrasyonu: Uyarlanabilir

Deneyimler

YZ, VR/AR ortamlarında öğrencinin davranışlarını gerçek zamanlı analiz ederek öğrenme deneyimini uyarlayabilir. Performans verileri (işlem süresi, hata türleri, hareket paternleri) üzerinden

öğrencinin yetkinlik düzeyi tahmin edilebilir ve görev zorluğu dinamik olarak ayarlanabilir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde bu entegrasyon, aynı simülasyonun farklı öğrencilere farklı düzeylerde sunulmasını mümkün kılar. Örneğin, başlangıç düzeyindeki bir öğrenci için rehberli ipuçları artırılırken; ileri düzeydeki bir öğrenci için bu destek kademeli olarak geri çekilebilir (Makransky ve ark., 2021). Bu yaklaşım, “kademeli geri çekilme” (fading) ilkesini destekler ve bağımsız muhakemeyi teşvik eder (Mayer, 2024).

Literatür, uyarlanabilir simülasyonların öğrenme kazanımlarını artırabildiğini; ancak bu etkinin, geri bildirimin açıklayıcı niteliğiyle doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007). YZ entegrasyonu, bu açıklayıcılığı sistematik hâle getirebilir.

7.4. Geri Bildirim, Yansıtma ve Öğrenme Kalıcılığı

VR/AR ortamlarında öğrenmenin kalıcı olabilmesi için deneyimin yansıtma ile desteklenmesi gerekir. Deneyimsel öğrenme kuramı, yansıtmanın öğrenme döngüsünün vazgeçilmez bir bileşeni olduğunu vurgular (Kolb, 1984). YZ, öğrencinin performansını görselleştirerek yapılandırılmış yansıtma fırsatları sunabilir.

Örneğin, bir simülasyon sonrası öğrencinin hata haritası, zaman çizelgesi ve alternatif doğru yollar karşılaştırmalı olarak gösterilebilir. Eğitim araştırmaları, bu tür karşılaştırmalı geri bildirimin öğrenme transferini güçlendirdiğini göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007).

Ancak geri bildirimin zamanlaması kritiktir. Anlık geri bildirim bazı görevlerde yararlı iken, karmaşık klinik muhakeme gerektiren

senaryolarda gecikmeli geri bildirim daha etkilidir (Mayer, 2024). YZ, geri bildirim zamanlamasını göreve ve öğrenci düzeyine göre uyarlayabilir.

7.5. Klinik Yetkinliğe Transfer: VR/AR Ne Kadar Yeterli?

Simülasyon temelli öğrenmenin en kritik sorusu, kazanımların gerçek klinik ortama ne ölçüde transfer edilebildiğidir. Sağlık eğitimi literatürü, simülasyonun klinik performansa transferinin otomatik olmadığını; rehberli uygulama ve eğitici geri bildirimiyle güçlendiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde VR/AR, özellikle erken ve orta düzey beceri kazanımında etkilidir. Ancak ileri düzey klinik muhakeme ve hasta etkileşimi, hâlen gerçek klinik deneyim gerektirir (de Boer ve ark., 2016). Bu nedenle VR/AR, klinik eğitimin yerine geçen değil; onu tamamlayan araçlar olarak konumlandırılmalıdır.

YZ entegrasyonu, bu transfer sorununu azaltma potansiyeline sahiptir. Öğrencinin simülasyondaki performansı ile klinikteki performansı arasındaki farklar analiz edilerek hedefli geri bildirimler üretilebilir (Cook ve ark., 2015).

7.6. Etik, Güvenlik ve Teknoloji Bağımlılığı Riski

VR/AR ve YZ entegrasyonu, veri gizliliği, öğrenci izleme ve performans etiketleme gibi etik soruları beraberinde getirir. Eğitim literatürü, öğrencinin sürekli izlenmesinin öğrenme motivasyonu üzerinde olumsuz etki yaratabileceğini belirtmektedir (Holmes ve ark., 2019).

Ayrıca “teknoloji bağımlılığı” ve aşırı otomasyon riski göz ardı edilmemelidir. Otomatik rehberliğin sürekli ve yoğun olması, öğrencinin kendi karar verme becerilerini köreltebilir (Parasuraman & Riley, 1997). Bu nedenle destek düzeyinin bilinçli biçimde azaltılması pedagojik bir zorunluluktur.

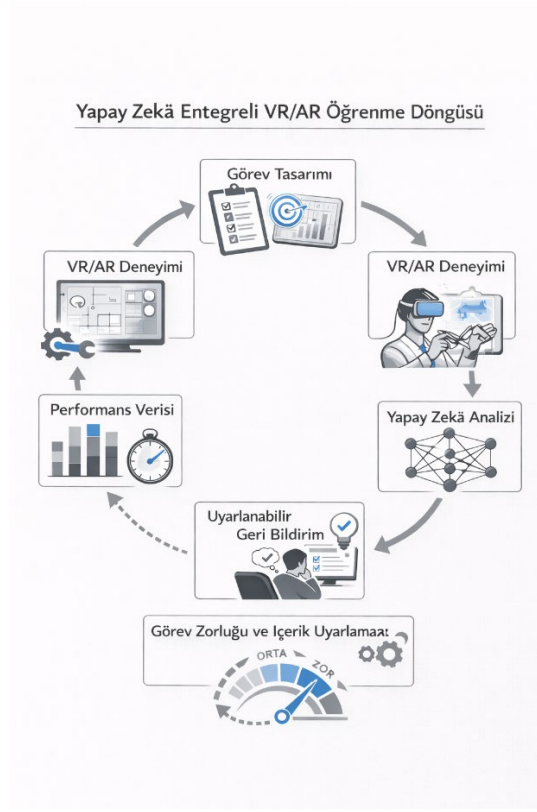
Bu etik ve pedagojik riskler, şeffaf algoritmalar, açıklanabilir geri bildirimler ve eğitici gözetimiyle yönetilmelidir (Holmes ve ark., 2019; Kieslich ve ark., 2022).

7.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde VR ve AR teknolojilerinin YZ ile entegrasyonu, dış hekimliği eğitiminde deneyimsel öğrenmeden klinik yetkinliğe uzanan bir çerçevede ele alınmıştır. Sürükleyici teknolojilerin pedagojik değeri, YZ destekli uyarılama, geri bildirim ve yansıtma mekanizmalarıyla belirgin biçimde artmaktadır (Makransky ve ark., 2021; Holmes ve ark., 2019). Ancak bu entegrasyonun etik, bilişsel ve pedagojik sınırlarının bilinçli biçimde yönetilmesi zorunludur.

Tablo 7.1. VR, AR ve Yapay Zekâ Entegrasyonunun Eğitimsel Etkileri

Bileşen	Eğitimsel katkı	Potansiyel risk
VR	Psikomotor beceri	Bilişsel aşırı yük
AR	Bağlamsal rehberlik	Dikkat dağılması
Yapay zekâ	Uyarlanabilirlik	Algoritmik önyargı
Entegrasyon	Kişiselleştirme	Teknoloji bağımlılığı



Şekil 7.1. Yapay Zekâ Entegreli VR/AR Öğrenme Döngüsü

8. KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRENME VE ÖĞRENME ANALİTİKLERİ (Eğitimde Yapay Zekânın Uyarlanabilir Rolü)

8.1. Kişiselleştirilmiş Öğrenme Kavramının Evrimi

Kişiselleştirilmiş öğrenme, öğrencilerin bilgi düzeyi, öğrenme hızı ve önceki deneyimlerine göre farklı öğrenme yolları izleyebilmesini amaçlayan bir eğitim yaklaşımıdır. Eğitim literatürü, homojen sınıf varsayımına dayalı tek tip öğretim modellerinin, heterojen öğrenci gruplarında öğrenme kazanımlarını sınırladığını göstermektedir (Mayer, 2024). Sağlık eğitiminde bu sınırlılık, farklı ön bilgi düzeylerine sahip öğrencilerin aynı klinik yeterliliklere ulaşma sürecinde daha belirgin hâle gelmektedir (Cook ve ark., 2015).

YZ, kişiselleştirilmiş öğrenmenin ölçeklenebilir biçimde uygulanmasını mümkün kılan temel teknolojik bileşendir. Öğrenci etkileşim verileri, performans ölçütleri ve öğrenme geçmişi üzerinden oluşturulan modeller, bireysel öğrenme profillerinin çıkarılmasına olanak tanır (Holmes ve ark., 2019). Bu yaklaşım, diş hekimliği eğitiminde öğrencilerin güçlü ve zayıf yönlerinin erken dönemde belirlenmesini sağlayabilir.

Bununla birlikte literatür, kişiselleştirmenin pedagojik hedeflerden bağımsız bir “öğrenciye uyarlama” olarak ele alınmasının risklerine dikkat çekmektedir. Kişiselleştirme, öğrenciyi yalnızca daha hızlı değil; daha derin öğrenmeye yönlendirmelidir (Mayer, 2024).

8.2. Öğrenme Analitikleri: Tanım ve Kuramsal Çerçeve

Öğrenme analitikleri, öğrenenlerin ve öğrenme ortamlarının ürettiği verilerin ölçülmesi, toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanmasını kapsayan disiplinler arası bir alandır. Amaç, öğrenme süreçlerini anlamak ve optimize etmektir (Siemens & Baker, 2012). YZ, bu alanda büyük ve karmaşık veri kümelerinden anlamlı örüntüler çıkarma kapasitesiyle belirleyici bir rol üstlenmektedir.

Sağlık eğitiminde öğrenme analitikleri, yalnızca sınav sonuçlarını değil; simülasyon performansı, hata türleri, tekrar sayıları ve zaman içindeki gelişim eğrilerini de kapsar (Cook ve ark., 2015; Kneebone, 2005). Diş hekimliği eğitiminde bu çok boyutlu veri yapısı, öğrencinin klinik yetkinlik gelişimini daha nesnel biçimde izleme olanağı sunar.

Ancak literatür, veri bolluğunun tek başına pedagojik değer üretmediğini vurgulamaktadır. Öğrenme analitiklerinin eğitsel anlamlılığa dönüşebilmesi, hangi verinin neden toplandığının açık biçimde tanımlanmasına bağlıdır (Holmes ve ark., 2019).

8.3. Yapay Zekâ ile Kişiselleştirilmiş Öğrenme Yolları

YZ destekli sistemler, öğrencilerin performans verilerini kullanarak dinamik öğrenme yolları oluşturabilir. Bu sistemler, belirli bir konuda zorlanan öğrenciye ek örnekler, alternatif açıklamalar veya farklı düzeyde simülasyonlar sunabilir (Mayer, 2024). Diş hekimliği eğitiminde bu yaklaşım, özellikle radyografik yorumlama ve klinik karar verme becerilerinde etkili olabilir.

Kişiselleştirilmiş öğrenme yolları, öğrencinin yalnızca eksiklerini telafi etmeyi değil; güçlü olduğu alanlarda daha ileri düzey öğrenme fırsatları sunmayı da kapsamalıdır. Eğitim literatürü, bu çift yönlü yaklaşımın motivasyon ve öz-yeterlik algısını güçlendirdiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

Buna karşın, aşırı kişiselleştirme öğrencinin karşılaşması gereken bilişsel zorlukları azaltabilir ve öğrenmeyi yüzeyselleştirebilir. Bu nedenle YZ sistemlerinin, öğrenme yollarını kolaylaştırmak yerine optimize etmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Mayer, 2024).

8.4. Öğrenme Analitiklerinin Değerlendirme ve Geri Bildirimle Entegrasyonu

Öğrenme analitikleri, değerlendirme ve geri bildirim süreçleriyle bütünleştirildiğinde pedagojik değer üretir. YZ, öğrencinin performansını yalnızca anlık olarak değil; zaman içinde izleyerek gelişim eğilimlerini ortaya koyabilir (Cook ve ark., 2015). Bu uzunlamasına bakış, yetkinlik temelli eğitimin temelini oluşturur.

Dış hekimliği eğitiminde analitik temelli geri bildirim, öğrencinin hangi hata türlerini tekrarladığını ve hangi müdahalelerin etkili olduğunu görselleştirebilir. Eğitim araştırmaları, bu tür kanıta dayalı geri bildirimin öğrenme kalıcılığını artırdığını göstermektedir (Hattie & Timperley, 2007).

Ancak analitik temelli geri bildirimin aşırı ayrıntılı olması, öğrencide bilişsel yük artışına yol açabilir. Bu nedenle geri bildirimin

içeriği ve sunum biçimi, bilişsel yük kuramı ilkeleriyle uyumlu olmalıdır (Mayer, 2024).

8.5. Etik, Gizlilik ve Algoritmik Şeffaflık

Kişiselleştirilmiş öğrenme ve öğrenme analitikleri, yoğun veri toplama gerektirdiğinden etik ve gizlilik sorunlarını beraberinde getirir. Öğrencilerin hangi verilerinin toplandığı, bu verilerin nasıl işlendiği ve kimlerle paylaşıldığı açık biçimde tanımlanmalıdır (Hoel & Chen, 2018).

Algoritmik şeffaflık, eğitim ortamlarında güvenin temel bileşenlerinden biridir. Öğrencinin, kendisine sunulan önerilerin hangi verilere dayandığını anlamaması, sistemin pedagojik kabulünü zayıflatabilir (Holmes ve ark., 2019). Bu nedenle açıklanabilir YZ yaklaşımları, kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinde etik bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir.

Eğitim literatürü, kişiselleştirmenin öğrenciyi “etiketleyen” bir mekanizmaya dönüşmemesi gerektiğini vurgular. YZ, öğrencinin potansiyelini sınırlayan değil; gelişimini destekleyen bir araç olarak tasarlanmalıdır (Hoel & Chen, 2018).

8.6. Diş Hekimliği Eğitiminde Uygulama Senaryoları

Diş hekimliği eğitiminde kişiselleştirilmiş öğrenme ve analitikler; prelinik beceri laboratuvarları, sanal simülasyonlar ve klinik vaka tartışmalarında uygulanabilir. Örneğin, bir öğrencinin sürekli aynı tür radyografik hataları yapması durumunda sistem, hedefli ek eğitim materyalleri önerebilir (Schwendicke ve ark., 2020).

Ayrıca klinik rotasyonlar sırasında toplanan performans verileri, öğrencinin belirli yetkinliklerdeki gelişimini izlemek için kullanılabilir. Bu yaklaşım, eğiticilere de kanıta dayalı rehberlik sunar ve geri bildirim kalitesini artırır (Cook ve ark., 2015).

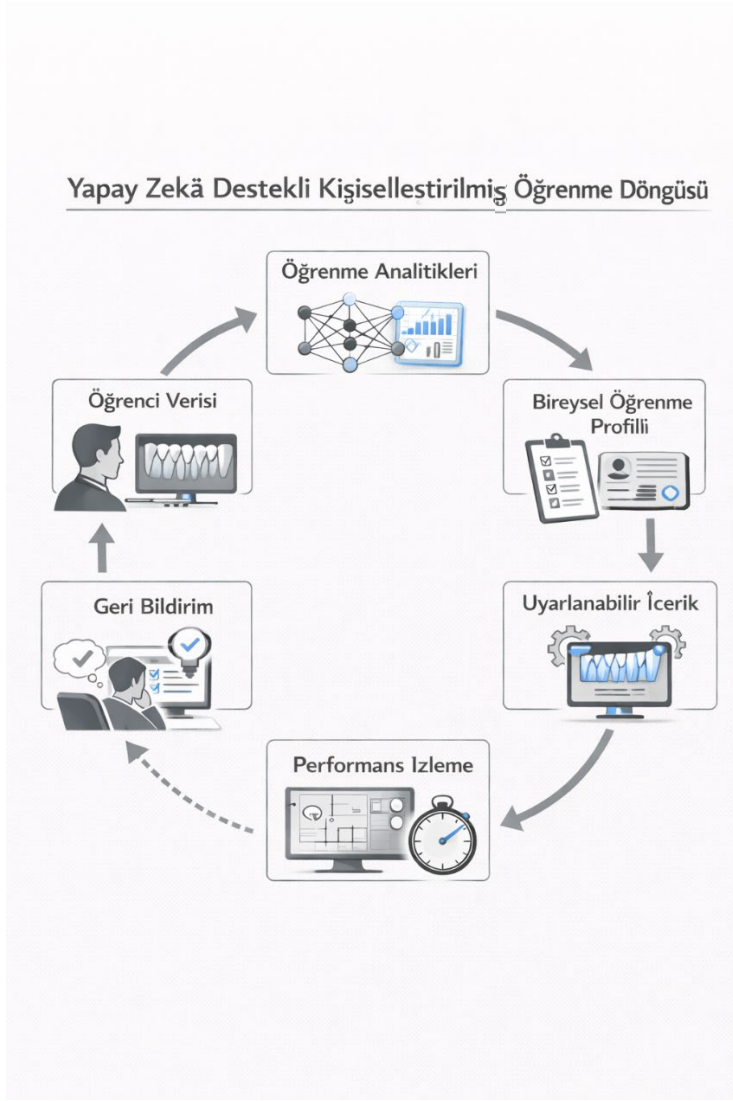
Bununla birlikte, literatür bu tür sistemlerin eğitici-öğrenci etkileşimini ikame etmemesi gerektiğini açıkça belirtmektedir. Kişiselleştirilmiş öğrenme, insan rehberliğiyle birlikte anlam kazanır (Holmes ve ark., 2019).

8.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde kişiselleştirilmiş öğrenme ve öğrenme analitiklerinin YZ aracılığıyla diş hekimliği eğitimine nasıl entegre edilebileceği ayrıntılı biçimde ele alınmıştır. YZ, bireysel öğrenme yollarını mümkün kılarken; pedagojik değer, analitiklerin anlamlı yorumlanması ve etik ilkelere bağlı tasarımla belirlenmektedir (Holmes ve ark., 2019; Mayer, 2024). Kişiselleştirilmiş öğrenme bileşenleri üzerine YZ'nın olası etkileri Tablo 8.1'de, YZ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme döngüsü ise Şekil 8.1'de sunulmuştur.

Tablo 8.1. Kişiselleştirilmiş Öğrenme Bileşenleri ve Pedagojik Etkiler

Bileşen	Eğitimsel katkı	Potansiyel risk
Öğrenme analitikleri	Nesnel izleme	Veri aşırı yükü
Uyarlanabilir içerik	Bireysel hız	Yüzeyselleşme
Kişiselleştirilmiş geri bildirim	Motivasyon	Etiketleme
Eğitici rehberliği	Klinik bağlam	Ölçeklenebilirlik



Şekil 8.1. Yapay Zekâ Destekli Kişiselleştirilmiş Öğrenme Döngüsü

9. YAPAY ZEKÂNIN MÜFREDATA ENTEGRASYONU (Eğitici Rolü ve Kurumsal Dönüşüm)

9.1. Yapay Zekâ Neden Müfredata Entegre Edilmelidir?

YZ'nın diş hekimliği eğitiminde etkili biçimde kullanılabilmesi, tekil uygulamalarla değil; bütüncül bir müfredat entegrasyonu ile mümkündür. Eğitim literatürü, teknolojik yeniliklerin müfredata eklenmeden “ekstra araç” olarak sunulmasının, sürdürülebilir öğrenme çıktıları üretmediğini göstermektedir (Holmes ve ark., 2019). Bu durum, YZ destekli araçların pedagojik değerinin sınırlı kalmasına yol açar.

Sağlık eğitiminde müfredat entegrasyonu, öğrenme hedefleri, öğretim yöntemleri ve değerlendirme süreçleri arasındaki yapısal uyumu ifade eder. YZ, bu üç bileşeni aynı anda etkileyebilen güçlü bir dönüştürücü olarak ele alınmalıdır (Cook ve ark., 2015). Diş hekimliği eğitiminde bu yaklaşım, teorik bilgi, preklinik beceri ve klinik uygulama arasında daha güçlü köprüler kurulmasını sağlayabilir.

Ancak literatür, müfredat entegrasyonunun teknoloji merkezli değil; öğrenme çıktıları merkezli olarak tasarlanması gerektiğini vurgular. YZ, müfredatın amacı değil; bu amaçlara ulaşmayı kolaylaştıran bir araçtır (Mayer, 2024).

9.2. Müfredat Entegrasyon Modelleri: Aşamalı ve Spiral Yaklaşımlar

Eğitim bilimlerinde müfredat entegrasyonu için farklı modeller tanımlanmıştır. Aşamalı (progressive) entegrasyon, teknolojinin müfredata temel kavramlardan başlayarak kademeli biçimde

eklenmesini öngörür. Spiral müfredat modeli ise belirli kavramların artan karmaşıklık düzeylerinde tekrar ele alınmasını esas alır (Harden, 1999).

YZ destekli dış hekimliği eğitimi açısından spiral model özellikle uygundur. Örneğin, erken dönemde basit görüntü analizleriyle tanışan öğrenci, ilerleyen yıllarda aynı teknolojiyi klinik karar verme ve hasta yönetimi bağlamında kullanabilir (Schwendicke ve ark., 2020). Bu yaklaşım, öğrencinin teknolojiyi yalnızca “nasıl kullanacağını” değil, “ne zaman ve neden kullanacağını” da öğrenmesini sağlar.

Literatür, spiral müfredatların öğrenme transferini ve uzun vadeli kalıcılığı artırdığını göstermektedir (Cook ve ark., 2015). YZ'nin bu yapıya entegre edilmesi, teknolojinin pedagojik anlam kazanmasını kolaylaştırır.

9.3. Eğiticinin Değişen Rolü: Uzman dan Öğrenme

Tasarımcısına

YZ destekli eğitim ortamları, eğiticinin rolünü ortadan kaldırmak yerine dönüştürmektedir. Eğitim literatürü, dijital ve YZ destekli ortamlarda eğiticinin “bilgi aktarıcı” rolünden “öğrenme tasarımcısı ve rehberi” rolüne evrildiğini ortaya koymaktadır (Holmes ve ark., 2019).

Dış hekimliği eğitiminde eğiticiler, YZ sistemlerinin ürettiği çıktıları pedagojik olarak yorumlama, öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerini bağlamsal olarak değerlendirme ve geri bildirimi kişiselleştirme sorumluluğunu üstlenir. Bu rol, yalnızca teknolojik

okuryazarlık değil; aynı zamanda güçlü bir eğitim bilimleri altyapısı gerektirir (Cook ve ark., 2015).

Bununla birlikte literatür, eğitimcilerin YZ'yı bir “rakip” olarak algılamasının entegrasyon sürecini zorlaştırabileceğini belirtmektedir. Kurumsal dönüşümün başarısı, eğitimcilerin sürece erken ve aktif biçimde dâhil edilmesine bağlıdır (Holmes ve ark., 2019).

9.4. Kurumsal Dönüşüm ve Altyapı Gereksinimleri

YZ'nın müfredata entegrasyonu, yalnızca pedagojik değil; aynı zamanda kurumsal ve yapısal bir dönüşüm gerektirir. Sağlık eğitimi literatürü, teknolojik altyapı, veri yönetimi ve kurumsal yönetim eksikliklerinin entegrasyon sürecinin en önemli engelleri arasında yer aldığını göstermektedir (Topol, 2019).

Dış hekimliği fakültelerinde YZ destekli eğitim için; güvenli veri altyapıları, etik kurullar, yazılım–donanım entegrasyonu ve teknik destek birimlerinin varlığı kritik önemdedir. Ayrıca, öğrenci verilerinin eğitim amaçlı kullanımına ilişkin açık politikaların tanımlanması gereklidir (Hoel & Chen, 2018).

Kurumsal düzeyde başarının sürdürülebilmesi, YZ uygulamalarının pilot projelerden çıkarak müfredatın doğal bir parçası hâline gelmesine bağlıdır. Literatür, bu sürecin uzun vadeli stratejik planlama gerektirdiğini vurgulamaktadır (Holmes ve ark., 2019).

9.5. Değerlendirme, Akreditasyon ve Kalite Güvencesi

Müfredata entegre edilen YZ uygulamalarının eğitimsel etkililiği, sistematik değerlendirme süreçleriyle izlenmelidir. Sağlık

eğitiminde kalite güvencesi, öğrenme çıktılarının ölçülmesi ve sürekli iyileştirme döngülerinin işletilmesiyle sağlanır (Cook ve ark., 2015).

YZ destekli eğitim uygulamalarının akreditasyon süreçlerine nasıl yansıtacağı, güncel olarak tartışılan bir konudur. Literatür, bu sistemlerin şeffaf, doğrulanabilir ve pedagojik olarak gerekçelendirilmiş olması gerektiğini vurgulamaktadır (Topol, 2019). Aksi hâlde teknolojik yenilikler, kalite güvencesi açısından risk oluşturabilir.

Diş hekimliği eğitiminde YZ, akreditasyon standartlarını zorlayan değil; öğrenme çıktılarının daha nesnel biçimde belgelenmesini sağlayan bir araç olarak konumlandırılmalıdır (Cook ve ark., 2015).

9.6. Değişim Yönetimi ve Dirençle Baş Etme

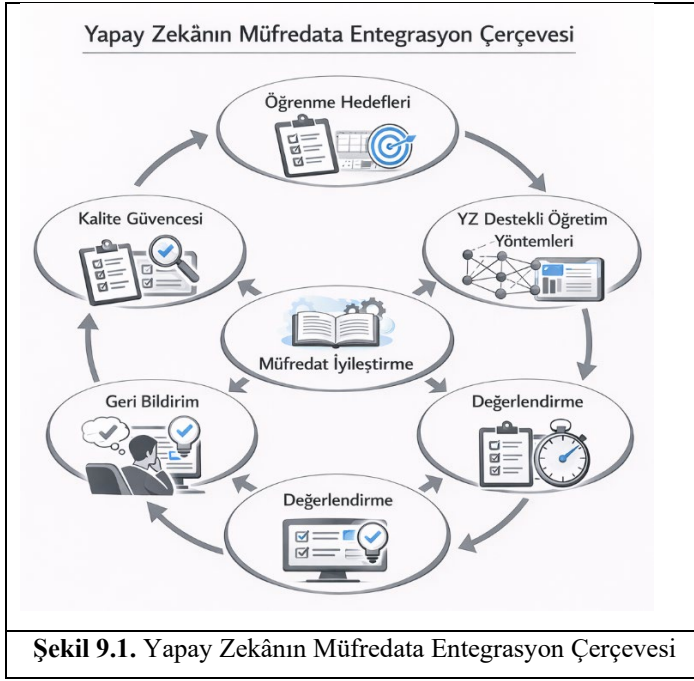
Eğitim kurumlarında teknolojik dönüşüm, çoğu zaman bireysel ve kurumsal dirençle karşılaşır. Eğitim değişim literatürü, bu direncin çoğunlukla belirsizlik, yeterlik kaygısı ve iş yükü algısından kaynaklandığını göstermektedir (Holmes ve ark., 2019).

YZ entegrasyonunda değişim yönetimi, açık iletişim, sürekli mesleki gelişim programları ve paydaş katılımı ile desteklenmelidir. Eğiticilerin sürece yalnızca “kullanıcı” olarak değil, “ortak tasarımcı” olarak katılması dönüşümün başarısını artırır (Cook ve ark., 2015).

Bu yaklaşım, diş hekimliği eğitiminde YZ’nın benimsenmesini hızlandırırken, pedagojik kalitenin korunmasını da sağlar.

9.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ'nın diş hekimliği müfredatına entegrasyonu, eğitici rolünün dönüşümü ve kurumsal boyutları ele alınmıştır. YZ'nın eğitimde kalıcı ve anlamlı bir etki yaratabilmesi, pedagojik hedeflerle uyumlu müfredat tasarımı, eğitici katılımı ve kurumsal kalite güvencesiyle mümkündür (Holmes ve ark., 2019; Cook ve ark., 2015). YZ'nın müfredata entegrasyon çerçevesi (Şekil 9.1) ve YZ entegrasyonunda paydaş rollerinin karşılaştırılması (Tablo 9.1) aşağıda sunulmuştur.



Tablo 9.1. Yapay Zekâ Entegrasyonunda Paydaş Roller

Paydaş	Temel rol	Sorumluluk
Öğrenci	Aktif öğrenen	Geri bildirim kullanımı
Eğitici	Öğrenme tasarımcısı	Pedagojik rehberlik
Kurum	Altyapı sağlayıcı	Etik ve kalite
Yapay zekâ	Destekleyici araç	Analiz ve uyarlama

10. BÜYÜK DİL MODELLERİ VE AKADEMİK YARATICILIK (Fırsatlar, Sınırlar ve Riskler)

10.1. Büyük Dil Modellerinin Kavramsal Çerçevesi

Büyük dil modelleri (*Large Language Models*, LLM), büyük ölçekli metin veri kümeleri üzerinde eğitilmiş, dilin istatistiksel örüntülerini öğrenerek bağlamsal olarak tutarlı metinler üretebilen YZ sistemleridir. Bu modeller, anlamı “bilen” veya “yorumlayan” bilişsel varlıklar değil; olasılık dağılımlarına dayalı dil üretim mekanizmalarıdır (Brown ve ark., 2020). Bu ayrım, akademik kullanım açısından kritik önemdedir.

Eğitim bağlamında LLM’lerin sunduğu yenilik, bilginin içeriğinden ziyade bilgiyle etkileşim biçimini dönüştürmesidir. Öğrenci, statik metinler yerine etkileşimli bir dil arayüzüyle karşı karşıya kalmakta; soru sorma, yeniden çerçeveleme ve açıklama talep etme gibi bilişsel süreçler desteklenmektedir (Kasneci ve ark., 2023).

Ancak literatür, bu sistemlerin epistemik statüsünün sıklıkla yanlış anlaşıldığını vurgulamaktadır. LLM’ler bilgi üretmez; mevcut dil örüntülerini yeniden birleştirir. Bu durum, akademik doğruluk ile dilsel akıcılık arasındaki ayrımın bulanıklaşmasına neden olabilir (Bender ve ark., 2021).

Günümüzde sıklıkla kullanılan LLM’ler olarak, ChatGPT, Gemini, Claude, LLaMa, Mistral, Grok gibi YZ modelleri sayılabilir.

10.2. Akademik Yaratıcılık ve Dil Modelleri: Destek mi, İkame mi?

Akademik yaratıcılık; özgün problem tanımlama, kavramsal çerçeve oluşturma ve eleştirel sentez becerilerini içerir. Eğitim literatürü, yaratıcılığın salt içerik üretimi değil, bilişsel süreçlerin niteliğiyle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Mayer, 2024).

LLM’ler, akademik yazım sürecinde taslak oluşturma, kavram açıklama ve dilsel düzenleme gibi alanlarda destekleyici rol üstlenebilir. Bu kullanım, özellikle bilişsel yükü azaltarak öğrencinin daha üst düzey düşünme süreçlerine odaklanmasını sağlayabilir (Kasneci ve ark., 2023).

Bununla birlikte, LLM’lerin yaratıcı düşüncenin yerini alacak biçimde kullanılması, akademik öğrenmenin temel hedefleriyle çelişmektedir. Literatür, bu tür bir ikamenin öğrencinin kavramsal derinliğini zayıflatabileceği konusunda uyarıda bulunmaktadır (Bender ve ark., 2021).

10.3. Epistemik Sınırlar: Doğruluk, Güvenilirlik ve “Halüsinasyon” Sorunu

LLM’lerin en temel epistemik sınırlılığı, doğruluk garantisi sunmamalarıdır. Bu sistemler, istatistiksel olarak olası ifadeleri üretir; üretilen içeriğin bilimsel doğruluğu ikincil bir sonuçtur (Ji ve ark., 2023).

“Halüsinasyon” olarak adlandırılan olgu, LLM’lerin var olmayan kaynaklar, yanlış atıflar veya hatalı bilgiler üretmesiyle ortaya çıkar. Eğitim bağlamında bu durum, özellikle literatür taraması

ve akademik yazım süreçlerinde ciddi riskler doğurmaktadır (Ji ve ark., 2023).

Dış hekimliği eğitimi gibi bilimsel doğruluğun kritik olduğu alanlarda, bu epistemik sınırlılıkların açık biçimde öğretilmesi gereklidir. LLM çıktıları, ön bilgi veya taslak olarak değerlendirilmeli; doğrulama ve eleştirel inceleme insan sorumluluğunda kalmalıdır (Kasneci ve ark., 2023).

10.4. Akademik Dürüstlük, Özgünlük ve Değerlendirme Sorunları

LLM’lerin yaygınlaşması, akademik dürüstlük kavramını yeniden tartışmaya açmıştır. Eğitim literatürü, bu araçların kontrolsüz kullanımının özgünlük, intihal ve değerlendirme güvenilirliği açısından yeni sorunlar yarattığını göstermektedir (Cotton ve ark., 2023).

Ancak güncel yaklaşım, bu teknolojilerin tamamen yasaklanmasının pedagojik olarak etkisiz olduğu yönündedir. Bunun yerine, şeffaf kullanım politikaları, açık beyan ve süreç odaklı değerlendirme yöntemleri önerilmektedir (Kasneci ve ark., 2023).

Dış hekimliği eğitiminde değerlendirme sistemlerinin, yalnızca nihai ürünü değil; öğrencinin düşünme sürecini, gerekçelendirmesini ve klinik muhakemesini görünür kılacak biçimde yeniden tasarlanması gerekmektedir.

10.5. Büyük Dil Modelleri ve Öğrenme Kuramlarıyla Uyum

LLM’lerin eğitimdeki etkisi, öğrenme kuramlarıyla olan uyumları çerçevesinde değerlendirilmelidir. Bilişsel yük kuramı,

gereksiz bilgi işleme yükünün öğrenmeyi olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır (Mayer, 2024). Bu bağlamda, doğru yapılandırılmış LLM kullanımı, dışsal bilişsel yükü azaltabilir.

Öte yandan, yapılandırılmamış ve aşırı LLM kullanımı, öğrencinin aktif bilgi yapılandırma sürecini zayıflatabilir. Öğrenme kuramları, anlamlı öğrenmenin aktif katılım ve çaba gerektirdiğini açıkça ortaya koymaktadır (Mayer, 2024).

Bu nedenle LLM'ler, öğretim tasarımının merkezinde değil; pedagojik hedeflere hizmet eden yardımcı araçlar olarak konumlandırılmalıdır.

10.6. Diş Hekimliği Eğitimine Özgü Uygulama Alanları

Diş hekimliği eğitiminde LLM'ler; klinik vaka senaryolarının açıklanması, teorik kavramların sadeleştirilmesi ve hasta iletişimi simülasyonlarında destekleyici rol oynayabilir. Ancak bu kullanım alanları, klinik karar verme süreçlerinin yerini almamalıdır.

Literatür, klinik muhakemenin bağlamsal ve deneyime dayalı bir süreç olduğunu; dil modellerinin bu karmaşıklığı tam olarak temsil edemeyeceğini vurgulamaktadır (Topol, 2019). Bu nedenle LLM'ler, klinik eğitimde karar destekleyici değil, öğrenme destekleyici olarak sınırlandırılmalıdır.

10.7. Eğitimsel Riskler ve Kurumsal Sorumluluk

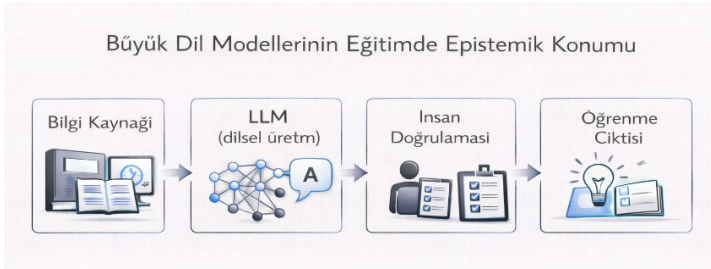
LLM kullanımının eğitimsel riskleri, bireysel kullanıcı hatalarının ötesinde kurumsal sorumluluk alanına girer. Eğitim kurumlarının, YZ kullanımına ilişkin açık politikalar, etik rehberler ve

eğitici eğitim programları geliştirmesi gerekmektedir (Cotton ve ark., 2023).

Bu çerçevede kurumsal sorumluluk, yalnızca teknolojiyi sağlamak değil; teknolojinin nasıl, ne zaman ve hangi amaçla kullanılacağını pedagojik olarak tanımlamaktır.

10.8. Bölüm Özeti

Bu bölümde büyük dil modellerinin akademik yaratıcılık ve diş hekimliği eğitimi bağlamındaki potansiyeli, epistemik sınırları ve eğitimsel riskleri ele alınmıştır. LLM'ler, pedagojik olarak bilinçli ve sınırlı kullanıldığında öğrenmeyi destekleyebilir; ancak eleştirel denetimden yoksun kullanım, akademik eğitimin temel hedeflerini zayıflatabilir (Kasneci ve ark., 2023; Cotton ve ark., 2023). LLM'lerinin eğitimdeki epistemik konumu (Şekil 10.1) ve LLM kullanımının eğitimsel fırsatları ve riskleri (Tablo 10.1) aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 10.1. Büyük Dil Modellerinin Eğitimde Epistemik Konumu

Tablo 10.1. LLM Kullanımının Eğitimsel Fırsatları ve Riskleri

Boyut	Fırsatlar	Riskler
Akademik yazım	Dilsel destek	Halüsinasyon
Öğrenme süreci	Bilişsel yük azaltma	Yüzeyselleşme
Değerlendirme	Süreç odaklılık	Özgünlük sorunları

11. ETİK, HUKUK VE VERİ YÖNETİŞİMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminde Sorumlu Kullanım)

11.1. Neden Etik ve Hukuk? Eğitimde Yapay Zekânın Sınırları

YZ'nın eğitimde kullanımı, yalnızca pedagojik etkinlik sorularını değil; aynı zamanda etik, hukuki ve toplumsal sorumlulukları da beraberinde getirir. Eğitim literatürü, veri yoğun teknolojilerin öğrenme ortamlarına kontrolsüz biçimde entegre edilmesinin güven, adalet ve mahremiyet sorunlarına yol açabileceğini göstermektedir (Holmes ve ark., 2019). Bu nedenle etik ve hukuki çerçeve, YZ destekli eğitimin tamamlayıcı bir unsuru değil, ön koşulu olarak ele alınmalıdır.

Diş hekimliği eğitimi, sağlık verileriyle iç içe olması nedeniyle bu riskleri daha da belirgin hâle getirir. Öğrenci performans verileri, simülasyon kayıtları ve klinik görüntüler hem eğitim hem de kişisel veri niteliği taşır (Hoel & Chen, 2018). Bu çift nitelik, veri kullanımında daha sıkı yönetim mekanizmaları gerektirir.

Eğitim bağlamında etik yaklaşım, yalnızca “yasalara uyum” ile sınırlı değildir. Öğrencinin özerkliği, adil değerlendirme ve pedagojik şeffaflık gibi ilkeler, hukuki gerekliliklerin ötesinde ele alınmalıdır (Mayer, 2024).

11.2. Veri Türleri ve Veri Sahipliği: Kim Neye Sahiptir?

YZ destekli eğitim sistemlerinde kullanılan veriler; akademik performans verileri, davranışsal etkileşim kayıtları, görsel-işitsel simülasyon çıktıları ve klinik vaka temsillerini kapsar. Öğrenme

analitikleri literatürü, bu veri türlerinin eğitimsel amaçlarla kullanılabilmesi için açık sınıflandırma ve sahiplik tanımlarının yapılması gerektiğini vurgular (Hoel & Chen, 2018).

Öğrenci verilerinin sahipliği konusu, etik tartışmaların merkezindedir. Eğitim araştırmaları, öğrencilerin kendi öğrenme verileri üzerinde bilgilendirilmiş onam ve kontrol hakkına sahip olması gerektiğini savunmaktadır (Holmes ve ark., 2019). Dış hekimliği eğitiminde bu ilke, özellikle klinik görüntüler ve performans kayıtları için kritik önemdedir.

Kurumsal açıdan bakıldığında, verinin “eğitim amaçlı kullanım hakkı” ile “mülkiyet” kavramlarının net biçimde ayrılması gerekir. Aksi hâlde veri yönetişimi, güven zedeleyici bir belirsizlik alanına dönüşebilir (Hoel & Chen, 2018).

11.3. Algoritmik Önyargı ve Adalet Sorunu

YZ sistemleri, eğitildikleri verilerin özelliklerini ve önyargılarını yansıtmaya eğilimindedir. Eğitim literatürü, algoritmik önyargının değerlendirme ve geri bildirim sistemlerinde adaletsiz sonuçlara yol açabileceğini göstermektedir (Holmes ve ark., 2019). Bu durum, özellikle yetkinlik temelli ölçümlerde kritik sonuçlar doğurabilir.

Dış hekimliği eğitiminde algoritmik önyargı; farklı öğrenci gruplarının performanslarının sistematik olarak yanlış değerlendirilmesine neden olabilir. Örneğin, belirli öğrenme stillerine veya hızlarına sahip öğrenciler, standartlaştırılmış modeller tarafından dezavantajlı konuma düşürülebilir (Mayer, 2024).

Bu risklerin azaltılması için eğitim literatürü, model eğitimi sürecinde veri çeşitliliğinin artırılmasını ve çıktıların düzenli olarak insan denetiminden geçirilmesini önermektedir (Cook ve ark., 2015). YZ, nihai karar verici değil; karar destekleyici olarak konumlandırılmalıdır.

11.4. Şeffaflık, Açıklanabilirlik ve Öğrenci Güveni

Şeffaflık, eğitimde YZ kullanımının kabul edilebilirliğini belirleyen temel faktörlerden biridir. Öğrencinin, kendisi hakkında üretilen değerlendirme ve önerilerin hangi verilere dayandığını anlamaması, sisteme duyulan güveni zedeler (Holmes ve ark., 2019).

XAI yaklaşımları, bu soruna çözüm sunma potansiyeline sahiptir. Eğitim bağlamında açıklanabilirlik, yalnızca teknik bir özellik değil; pedagojik bir gerekliliktir (Mayer, 2024). Öğrencinin neden belirli bir geri bildirimi aldığına dair açıklama, öğrenme sürecinin aktif bir parçasıdır.

Dış hekimliği eğitiminde açıklanabilirlik, özellikle otomatik değerlendirme ve kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinde kritik rol oynar. Şeffaf olmayan sistemler, pedagojik olarak etkili olsa bile etik açıdan sorunlu hâle gelebilir (Holmes ve ark., 2019).

11.5. Hukuki Çerçeve: Veri Koruma ve Eğitim Sorumluluğu

YZ destekli eğitim sistemleri, ulusal ve uluslararası veri koruma düzenlemelerine tabiidir. Avrupa Birliği Genel Veri Koruma Tüzüğü (GDPR) gibi düzenlemeler, eğitim verilerinin işlenmesinde açık rıza, amaç sınırlaması ve veri minimizasyonu ilkelerini zorunlu kılar (Hoel & Chen, 2018).

Diş hekimliği fakülteleri açısından hukuki sorumluluk, yalnızca veri ihlallerini önlemekle sınırlı değildir. Eğitimde kullanılan YZ sistemlerinin hatalı veya yanıltıcı geri bildirimler üretmesi durumunda, kurumsal sorumluluk gündeme gelebilir (Topol, 2019).

Bu nedenle literatür, YZ destekli eğitim uygulamalarının hukuki risk analizleriyle birlikte değerlendirilmesini ve düzenli denetim mekanizmalarının kurulmasını önermektedir (Holmes ve ark., 2019).

11.6. Kurumsal Veri Yönetişimi Modelleri

Veri yönetişimi, verinin toplanması, saklanması, kullanımı ve imhasına ilişkin kuralların bütününü ifade eder. Eğitim literatürü, etkili veri yönetişiminin etik, hukuki ve pedagojik hedefleri aynı anda gözetmesi gerektiğini vurgular (Hoel & Chen, 2018).

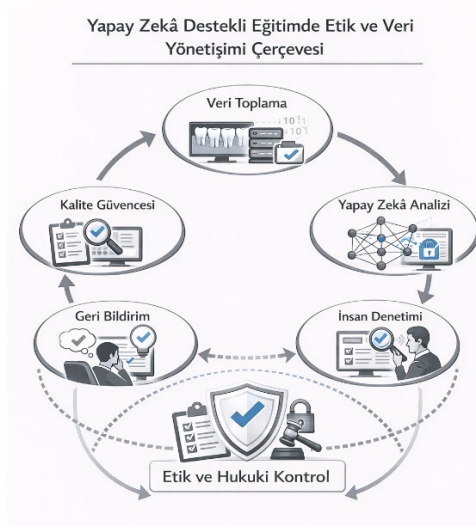
Diş hekimliği eğitiminde kurumsal veri yönetişimi; etik kurul onayları, veri erişim yetkileri, şeffaf raporlama ve öğrenci bilgilendirme süreçlerini içermelidir. Bu yapı, YZ uygulamalarının sürdürülebilir ve güvenilir biçimde kullanılmasını sağlar (Cook ve ark., 2015).

Ayrıca yönetim modellerinin statik değil, teknolojik gelişmelere uyarlanabilir olması gereklidir. YZ teknolojileri hızla evrilirken, etik ve hukuki çerçevenin de dinamik biçimde güncellenmesi gerekir (Topol, 2019).

11.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ destekli diş hekimliği eğitiminde etik, hukuki ve veri yönetişimi boyutları ele alınmıştır. Sorumlu YZ kullanımı; pedagojik etkinlik, öğrenci güveni ve kurumsal sürdürülebilirliğin

ortak paydasını oluşturmaktadır (Holmes ve ark., 2019; Hoel & Chen, 2018). Bu çerçeve, izleyen bölümlerde ele alınacak ileri uygulamalar için vazgeçilmez bir temel sunmaktadır. YZ destekli eğitimde etik ve veri yönetişiminin çerçevesi Şekil 11.1’de, etik riskler ve olası sorunlara göre yönetim stratejileri Tablo 11.1’de özetlenmiştir.



Şekil 11.1. Yapay Zekâ Destekli Eğitimde Etik ve Veri Yönetişimi Çerçevesi

Tablo 11.1. Etik Riskler ve Yönetim Stratejileri

Risk alanı	Olası sorun	Yönetim stratejisi
Veri gizliliği	Yetkisiz erişim	Erişim kontrolü
Algoritmik önyargı	Adaletsiz değerlendirme	İnsan denetimi
Şeffaflık eksikliği	Güven kaybı	Açıklanabilirlik
Hukuki belirsizlik	Kurumsal sorumluluk	Politika ve denetim

12. KANIT DÜZEYİ, ETKİLİLİK VE KLİNİK-EĞİTSEL SONUÇLAR (Yapay Zekâ Destekli Eğitim Uygulamalarının Değerlendirilmesi)

12.1. Neden Kanıta Dayalı Değerlendirme?

Eğitimde teknolojik yeniliklerin kalıcı ve anlamlı etki yaratabilmesi, bu yeniliklerin kanıta dayalı biçimde değerlendirilmesine bağlıdır. Eğitim literatürü, yenilikçi uygulamaların “umut vadeden” olarak etiketlenmesinin, pedagojik etkinliği garanti etmediğini açıkça göstermektedir (Cook ve ark., 2015). Bu durum, YZ destekli eğitim uygulamaları için özellikle geçerlidir.

Diş hekimliği eğitiminde YZ; simülasyonlar, otomatik değerlendirme ve kişiselleştirilmiş öğrenme gibi çok sayıda alanda kullanılmaktadır. Ancak bu uygulamaların eğitimsel etkililiği, klinik doğruluk veya teknik performans ölçütleriyle karıştırılmamalıdır (Schwendicke ve ark., 2020). Kanıta dayalı değerlendirme, bu iki boyutu ayırmayı mümkün kılar.

Bu bölümde YZ destekli eğitim uygulamalarının hangi kanıt düzeylerinde değerlendirildiği, hangi çıktılar üzerinden etkililiğin ölçüldüğü ve elde edilen bulguların nasıl yorumlanması gerektiği sistematik biçimde ele alınmaktadır.

12.2. Eğitim Araştırmalarında Kanıt Düzeyleri

Kanıta dayalı eğitim yaklaşımı, araştırma bulgularının metodolojik sağlamlığına göre sınıflandırılmasını gerektirir. Sağlık eğitimi literatürü, randomize kontrollü çalışmalar (RCT), kontrollü

karşılaştırmalı çalışmalar, kohort çalışmalar ve gözlemsel araştırmalar arasında net bir hiyerarşi tanımlar (Cook ve ark., 2015).

YZ destekli eğitim uygulamalarına ilişkin çalışmaların büyük bölümü, erken aşama keşif veya pilot çalışmalar niteliğindedir. Bu çalışmalar, fizibilite ve kabul edilebilirlik açısından değerli olmakla birlikte, etkililik konusunda sınırlı kanıt sunar (Holmes ve ark., 2019). Diş hekimliği eğitiminde de benzer bir eğilim gözlenmektedir.

Literatür, eğitim teknolojilerinin değerlendirilmesinde metodolojik titizliğin artırılması gerektiğini vurgular. Özellikle karşılaştırmalı tasarımlar ve uzunlamasına izlem, YZ'nın gerçek eğitimsel etkisini ortaya koymak açısından kritik önemdedir (Cook ve ark., 2015).

12.3. Eğitimsel Etkililik Ölçütleri: Ne Ölçülmeli?

YZ destekli eğitim uygulamalarının etkililiği, çok boyutlu ölçütler üzerinden değerlendirilmelidir. Eğitim literatürü, yalnızca bilgi testleriyle sınırlı ölçümlerin öğrenme çıktılarının küçük bir bölümünü yansıttığını göstermektedir (Mayer, 2024).

Diş hekimliği eğitiminde başlıca eğitimsel etkililik ölçütleri şunlardır:

- bilgi kazanımı,
- psikomotor beceri gelişimi,
- klinik muhakeme,
- hata farkındalığı ve düzeltme kapasitesi,
- öğrenme kalıcılığı ve transfer (Cook ve ark., 2015).

YZ uygulamaları, bu ölçütlerin bazılarını otomatik olarak izleyebilse de, özellikle klinik muhakeme ve transfer gibi üst düzey çıktılar insan değerlendirmesiyle birlikte ele alınmalıdır. Aksi hâlde ölçüm, pedagojik anlamını yitirir (Schwendicke ve ark., 2020).

12.4. Klinik Sonuçlar ile Eğitsel Sonuçların Ayırıştırılması

YZ literatüründe sık yapılan hatalardan biri, klinik performans sonuçlarının doğrudan eğitimsel başarı olarak yorumlanmasıdır. Bir YZ sisteminin tanısal doğruluğu artırması, öğrencinin bu doğruluğu nasıl kazandığını açıklamaz (Mayer, 2024).

Eğitimsel sonuçlar; öğrencinin bilişsel süreçlerinde, karar verme stratejilerinde ve hata yönetiminde meydana gelen değişimleri kapsar. Klinik sonuçlar ise genellikle hasta düzeyinde ölçülür. Bu iki çıktı türü arasındaki farkın net biçimde tanımlanması, eğitim araştırmalarının yorumlanması açısından zorunludur (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde YZ destekli simülasyonların klinik becerileri geliştirdiğine dair bulgular umut vericidir; ancak bu bulguların eğitimsel mekanizmaları ayrıntılı biçimde açıklanmadıkça genellenebilirlik sınırlı kalır (Schwendicke ve ark., 2020).

12.5. Sistematik Derlemeler ve Meta-Analiz Bulguları

Son yıllarda YZ ve dijital teknolojilerin sağlık eğitimindeki etkilerini inceleyen sistematik derlemeler artmıştır. Bu çalışmalar, genel olarak YZ destekli uygulamaların öğrenme kazanımlarını artırabildiğini; ancak etki büyüklüklerinin heterojen olduğunu bildirmektedir (Makransky ve ark., 2021).

Diş hekimliği eğitimine özgü sistematik derlemeler, VR ve YZ tabanlı simülasyonların psikomotor beceriler üzerinde olumlu etkiler gösterebildiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, çalışmaların çoğunda örneklem büyüklüğü sınırlı ve takip süreleri kısadır (Schwendicke ve ark., 2020).

Bu bulgular, YZ destekli eğitimin potansiyelini doğrulamakla birlikte, daha güçlü kanıt üretimine ihtiyaç olduğunu da açıkça göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

12.6. Araştırma Tasarımında Yaygın Hatalar ve Sınırlılıklar

YZ destekli eğitim araştırmalarında sık karşılaşılan sınırlılıklar arasında küçük örneklem büyüklükleri, kontrol grubu eksikliği ve kısa süreli değerlendirmeler yer alır (Holmes ve ark., 2019). Ayrıca birçok çalışma, kullanılan YZ sisteminin pedagojik tasarımını yeterince ayrıntılandırmamaktadır.

Eğitim literatürü, yalnızca “ön-test / son-test” karşılaştırmalarına dayalı çalışmaların, öğrenmenin karmaşıklığını yakalamakta yetersiz kaldığını vurgular (Mayer, 2024). Bu tür tasarımlar, YZ’nin neden ve nasıl etkili olduğunu açıklamakta sınırlıdır.

Diş hekimliği eğitiminde gelecekteki araştırmaların; karma yöntemler, nitel analizler ve uzunlamasına izlem içermesi gerektiği konusunda literatürde geniş bir görüş birliği bulunmaktadır (Cook ve ark., 2015).

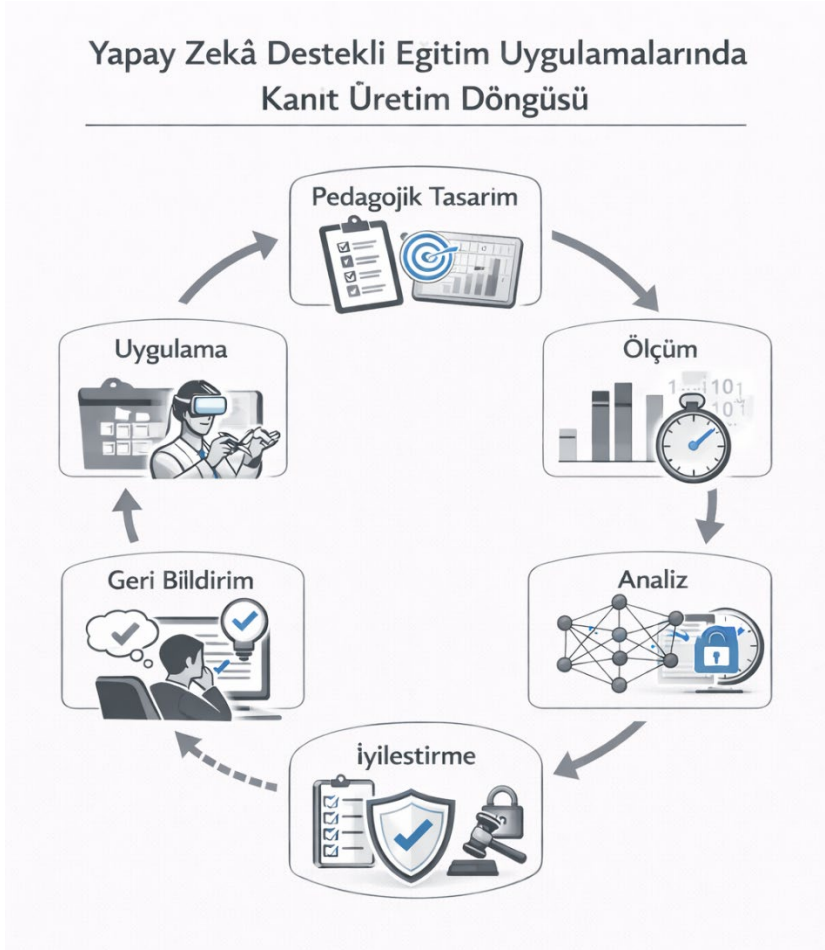
12.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ destekli diş hekimliği eğitim uygulamalarının kanıt düzeyi, etkililik ölçütleri ve klinik–eğitsel sonuçların ayrımı ele

alınmıştır. YZ'nın eğitimde gerçek değer üretmesi, teknik başarının ötesinde, metodolojik olarak sağlam ve pedagojik olarak anlamlı kanıtlarla desteklenmesine bağlıdır (Cook ve ark., 2015; Schwendicke ve ark., 2020). Kanıt düzeylerine göre eğitimsel çıktılar Tablo 12.1'de, YZ destekli eğitim uygulamalarında kanıt üretim döngüsü ise Şekil 12.1'de sunulmuştur.

Tablo 12.1. Kanıt Düzeyleri ve Eğitimsel Çıktılar

Kanıt düzeyi	Çalışma türü	Sağlanan bilgi
Düşük	Pilot çalışmalar	Fizibilite
Orta	Kontrollü çalışmalar	Kısa vadeli etki
Yüksek	RCT / uzunlamasına	Kalıcı öğrenme



Şekil 12.1. Yapay Zekâ Destekli Eğitim Uygulamalarında Kanıt Üretim Döngüsü

13. GELECEK PERSPEKTİFLERİ VE ARAŞTIRMA GÜNDEMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminin Yol Haritası)

13.1. Neden Gelecek Perspektifi? Eğitimde Olgunlaşma

Aşaması

YZ destekli diş hekimliği eğitimi, erken benimseme ve uygulama aşamasını büyük ölçüde tamamlamış; ancak henüz olgunlaşma evresine tam olarak ulaşmamıştır. Eğitim literatürü, bu tür teknolojik dönüşümlerin başlangıçta uygulama odaklı ilerlediğini, olgunlaşma aşamasında ise kuramsal çerçeve, standartlaşma ve kanıta dayalı yönetişimin ön plana çıktığını göstermektedir (Holmes ve ark., 2019).

Mevcut çalışmalar, YZ'nın potansiyelini ortaya koymakla birlikte, eğitimsel etkiyi açıklayan mekanizmalar konusunda sınırlı derinlik sunmaktadır (Cook ve ark., 2015). Bu durum, gelecekteki araştırmaların yalnızca “ne işe yarıyor?” sorusuna değil, “neden ve hangi koşullarda işe yarıyor?” sorularına odaklanması gerektiğini göstermektedir.

Diş hekimliği eğitimi açısından gelecek perspektifi, teknolojik yeniliklerin ötesinde; pedagojik sürdürülebilirlik, etik kabul ve kurumsal uyum gibi boyutları içeren bütüncül bir yaklaşımı zorunlu kılar.

13.2. Araştırma Gündeminde Öncelikli Alanlar

Gelecek araştırmalar için öncelikli alanlardan biri, YZ destekli eğitim uygulamalarının uzun vadeli etkilerinin değerlendirilmesidir.

Mevcut literatür, çoğunlukla kısa süreli öğrenme kazanımlarına odaklanmakta; öğrenme kalıcılığı ve klinik transfer gibi uzun vadeli çıktılar sınırlı biçimde ele alınmaktadır (Makransky ve ark., 2021).

İkinci önemli araştırma alanı, açıklanabilirlik ve pedagojik şeffaflıktır. YZ sistemlerinin karar süreçlerinin öğrenci ve eğiticiler tarafından anlaşılabilir olması, öğrenme çıktılarının niteliğini doğrudan etkilemektedir (Holmes ve ark., 2019). Bu bağlamda XAI yaklaşımlarının eğitimsel etkileri sistematik olarak incelenmelidir.

Üçüncü olarak, farklı öğrenci profillerine etkiler önemli bir araştırma boşluğu oluşturmaktadır. YZ destekli kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinin, öğrenme stilleri, bilişsel yük toleransı ve kültürel bağlamlar açısından nasıl farklı sonuçlar ürettiği yeterince bilinmemektedir (Mayer, 2024).

13.3. Metodolojik Gelişim ve Araştırma Tasarımları

YZ destekli diş hekimliği eğitimi araştırmalarının metodolojik açıdan güçlenmesi, alanın bilimsel olgunluğu için kritik önemdedir. Eğitim literatürü, karma yöntemli araştırmaların (nicel + nitel) karmaşık öğrenme süreçlerini daha iyi yakalayabildiğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

Gelecek çalışmaların, yalnızca ön-test/son-test tasarımlarıyla sınırlı kalmaması; süreç verileri, öğrenme analitikleri ve nitel geri bildirimlerle desteklenmesi gerekmektedir. Bu yaklaşım, YZ'nın öğrenme üzerindeki etkilerini mekanistik düzeyde açıklamayı mümkün kılar.

Ayrıca çok merkezli ve disiplinler arası araştırmalar, bulguların genellenebilirliğini artıracaktır. Diş hekimliği eğitiminin farklı ülkelerdeki müfredat yapıları, YZ uygulamalarının etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemek için önemli bir fırsat sunmaktadır (Schwendicke ve ark., 2020).

13.4. Teknolojik Eğilimler ve Eğitimsel Yansımalar

Gelecekte YZ destekli diş hekimliği eğitiminde öne çıkması beklenen teknolojik eğilimler arasında; büyük dil modelleri, çok modlu (multimodal) öğrenme sistemleri ve gerçek zamanlı uyarlanabilir simülasyonlar yer almaktadır (Holmes ve ark., 2019).

Ancak eğitim literatürü, teknolojik kapasite artışının otomatik olarak pedagojik değer üretmediği konusunda nettir. Yeni teknolojilerin eğitimsel etkisi, öğrenme hedefleriyle ne ölçüde uyumlu olduklarına bağlıdır (Mayer, 2024). Bu nedenle gelecek projeksiyonları, teknoloji merkezli değil; öğrenme merkezli yapılmalıdır.

Diş hekimliği eğitiminde çok modlu YZ sistemleri, görsel, metinsel ve davranışsal verileri birleştirerek daha bütüncül öğrenme deneyimleri sunabilir. Bu potansiyelin gerçekleşmesi, etik ve pedagojik sınırların bilinçli biçimde yönetilmesini gerektirir (Holmes ve ark., 2019).

13.5. Eğitim Politikaları, Standartlar ve Küresel Uyum

YZ destekli eğitim uygulamalarının yaygınlaşması, ulusal ve uluslararası düzeyde eğitim politikaları ve standartların geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Eğitim literatürü, standart eksikliğinin kalite

farklılıklarına ve etik belirsizliklere yol açabileceğini vurgulamaktadır (Hoel & Chen, 2018).

Dış hekimliği eğitiminde küresel uyum, özellikle akreditasyon ve yeterlilik tanımları açısından önemlidir. YZ destekli öğrenme çıktılarının farklı ülkelerde nasıl tanınacağı ve değerlendirileceği, geleceğin önemli politika sorularından biridir (Cook ve ark., 2015).

Bu bağlamda uluslararası iş birlikleri ve ortak araştırma ağları, YZ destekli dış hekimliği eğitiminin sağlıklı biçimde gelişmesine katkı sağlayacaktır.

13.6. Etik ve İnsan Merkezli Gelecek

Gelecek perspektifinin merkezinde, insan odaklı ve etik bir YZ anlayışı yer almalıdır. Eğitimde YZ, öğrenmeyi destekleyen bir araç olarak kalmalı; pedagojik kararların yerini almamalıdır (Holmes ve ark., 2019).

Dış hekimliği eğitiminde etik açıdan en kritik konu, öğrencinin öğrenme sürecinde özerkliğinin korunmasıdır. YZ sistemleri, öğrenciyi yönlendiren değil; bilinçli kararlar almasını destekleyen mekanizmalar olarak tasarlanmalıdır (Mayer, 2024).

Bu yaklaşım, YZ destekli eğitimin yalnızca teknolojik olarak değil; pedagojik ve toplumsal olarak da sürdürülebilir olmasını sağlar.

13.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ destekli dış hekimliği eğitiminin gelecek perspektifleri ve araştırma gündemi ele alınmıştır. Alanın olgunlaşması; metodolojik açıdan güçlü araştırmalar, pedagojik temelli teknoloji entegrasyonu ve etik yönetimle mümkündür (Cook

ve ark., 2015; Holmes ve ark., 2019). Bu çerçeve, kitabın önceki bölümlerinde sunulan kavramsal ve uygulamalı içeriği ileriye taşıyan bir yol haritası sunmaktadır. YZ destekli diş hekimliği eğitimi için gelecek yol haritası (Şekil 12.1) ve gelecek araştırma alanları ve eğitime olası katkıları (Tablo 12.1) aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 13.1. Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitimi için Gelecek Yol Haritası

Tablo 13.1. Gelecek Araştırma Alanları ve Öncelikler

Araştırma alanı	Temel soru	Beklenen katkı
Uzun vadeli etki	Kalıcılık var mı?	Kanıtla dayalı eğitim
Açıklanabilirlik	Neden işe yarıyor?	Şeffaf öğrenme
Kişiselleştirme	Kim için etkili?	Adil eğitim
Küresel uyum	Nasıl standartlaşır?	Akreditasyon

14. AKADEMİK BECERİLER (Araştırma Tasarımı, Bilimsel Yazım ve Yapay Zekâ Destekli Akademik Okuryazarlık)

14.1. Akademik Becerilerin Dijital Dönüşümü

Akademik beceriler; araştırma sorusu oluşturma, literatürü eleştirel değerlendirme, metodolojik karar verme ve bilimsel iletişim kurma yetkinliklerini kapsar. Dijitalleşme ve YZ temelli araçlar, bu becerilerin kazanım sürecini dönüştürmekte; ancak doğrudan ikame etmemektedir (Cook ve ark., 2015).

Eğitim literatürü, akademik okuryazarlığın yalnızca bilgiye erişim değil, bilginin doğruluğunu, bağlamını ve yöntemsel dayanaklarını sorgulama kapasitesi olduğunu vurgulamaktadır (Mayer, 2024; Luckin ve ark., 2016). Bu bağlamda YZ araçları, akademik becerilerin gelişimini hızlandırabilir; fakat pedagojik rehberlik olmadan yüzeysel öğrenmeye yol açma riski taşır.

Dış hekimliği eğitimi özelinde akademik beceriler, yalnızca yayın üretimiyle sınırlı değildir. Klinik araştırma okuryazarlığı, kanıta dayalı uygulama ve yaşam boyu öğrenme kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir (Schwendicke ve ark., 2020).

14.2. Araştırma Sorusu ve Yapay Zekâ Destekli

Kavramsallaştırma

Araştırma sürecinin temelini, iyi tanımlanmış ve yanıtlanabilir bir araştırma sorusu oluşturur. Eğitim literatürü, araştırma sorusunun netliğinin metodolojik kaliteyi doğrudan etkilediğini göstermektedir (Cook ve ark., 2015).

YZ destekli araçlar, literatürdeki temaları özetleme, kavramsal boşlukları görünür kılma ve alternatif problem çerçeveleri sunma açısından yararlı olabilir. Ancak bu araçların sunduğu öneriler, istatistiksel örüntülere dayalıdır; teorik özgünlük veya bağlamsal uygunluk garantisi vermez (Kasneci ve ark., 2023).

Bu nedenle akademik eğitimde YZ, araştırma sorusunun kaynağı değil; araştırmacının düşünme sürecini yapılandıran bir bilişsel destek aracı olarak konumlandırılmalıdır.

14.3. Literatür Okuryazarlığı ve Eleştirel Değerlendirme

Literatür taraması, akademik çalışmanın yalnızca başlangıç aşaması değil; aynı zamanda eleştirel düşünmenin temel alanıdır. Eğitim araştırmaları, sistematik ve eleştirel literatür okuryazarlığının bilimsel yazım kalitesini belirlediğini ortaya koymaktadır (Mayer, 2024).

YZ tabanlı araçlar, büyük hacimli literatürü özetleme ve tematik sınıflandırma açısından zaman kazandırıcıdır. Ancak bu özetler, metodolojik kalite, örneklem sınırlılıkları ve istatistiksel geçerlilik gibi kritik unsurları çoğu zaman yansıtmaz (Ji ve ark., 2023).

Diş hekimliği eğitiminde literatür okuryazarlığı, klinik uygulamalarda yanlış genellemelerin önlenmesi açısından hayati önemdedir. Bu nedenle öğrencilerin, YZ çıktılarının nasıl eleştirel olarak doğrulanacağı konusunda sistematik biçimde eğitilmesi gereklidir.

14.4. Bilimsel Yazım, Üretkenlik ve Özgünlük

Bilimsel yazım, yalnızca dilsel doğruluk değil; mantıksal yapı, argümantasyon ve kanıta dayalı gerekçelendirme sürecidir. YZ destekli yazım araçları, dilsel akıcılığı artırabilir ve yazım sürecini hızlandırabilir (Kasneci ve ark., 2023).

Ancak literatür, bu araçların yoğun kullanımının akademik metinlerde üslup tekdüzeliğine ve düşünsel derinlik kaybına yol açabileceğini belirtmektedir (Bender ve ark., 2021). Bu durum, özgün akademik katkının görünürlüğünü azaltabilir.

Bu nedenle YZ destekli yazım, taslak oluşturma ve dilsel düzenleme aşamalarıyla sınırlandırılmalı; argüman geliştirme ve sonuç çıkarma süreçleri araştırmacının sorumluluğunda kalmalıdır.

14.5. Metodolojik Karar Verme ve Yapay Zekâ

Araştırma tasarımı metodolojik kararlar, çalışmanın geçerliliğini ve güvenilirliğini belirler. Eğitim literatürü, metodolojik farkındalığın akademik olgunluğun temel göstergelerinden biri olduğunu vurgulamaktadır (Cook ve ark., 2015).

YZ araçları, benzer çalışmalardaki yöntemsel eğilimleri özetleyebilir; ancak örneklem seçimi, ölçüm araçlarının uygunluğu ve istatistiksel analiz stratejileri bağlamsal uzmanlık gerektirir (Schwendicke ve ark., 2020).

Bu nedenle akademik eğitimde YZ, metodolojik kararları otomatikleştiren bir sistem değil; araştırmacının seçenekleri bilinçli biçimde değerlendirmesini sağlayan bir karar destek aracı olarak kullanılmalıdır.

14.6. Akademik Okuryazarlık, Etik ve Sorumluluk

Akademik okuryazarlık, etik farkındalık olmadan tamamlanmış sayılmaz. YZ destekli araçların kullanımı, kaynak gösterme, özgünlük ve sorumluluk kavramlarını yeniden gündeme getirmiştir (Cotton ve ark., 2023).

Eğitim literatürü, öğrencilerin YZ kullanımını açıkça beyan etmelerinin ve bu araçların katkısını şeffaf biçimde ifade etmelerinin akademik dürüstlüğü güçlendirdiğini göstermektedir (Kasneci ve ark., 2023).

Diş hekimliği eğitiminde bu yaklaşım, yalnızca akademik etik açısından değil; klinik sorumluluk bilincinin geliştirilmesi açısından da önemlidir.

14.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde akademik becerilerin, YZ destekli araçlar bağlamında nasıl yeniden şekillendiği ele alınmıştır. YZ, araştırma ve yazım süreçlerini destekleyebilir; ancak akademik derinlik, eleştirel düşünme ve etik sorumluluk insan merkezli kalmalıdır. Diş hekimliği eğitiminde bu denge, bilimsel niteliğin ve mesleki güvenilirliğin temelini oluşturmaktadır. YZ kullanımının akademik becerilere etkisi Tablo 14.1’de, YZ destekli akademik araştırma yol haritası ise Şekil 14.1’de sunulmuştur.

Tablo 14.1. Yapay Zekâ Kullanımının Akademik Becerilere Etkisi

Akademik beceri	Olası katkı	Potansiyel risk
Literatür taraması	Hız	Yüzeysellik
Yazım süreci	Akıcılık	Özgünlük kaybı
Metodoloji	Farkındalık	Aşırı güven
Eleştirel düşünme	Yapılandırma	Pasif öğrenme

**Şekil 14.1.** Yapay Zekâ Destekli Akademik Araştırma Yol Haritası

15. FAKÜLTE GELİŞİMİ VE EĞİTİCİ YETKİNLİKLERİ (Yapay Zekâ Çağında Akademik Rolün Yeniden Tanımlanması)

15.1. Neden Fakülte Gelişimi? Yapay Zekâ

Entegrasyonunun İnsan Boyutu

YZ destekli eğitim uygulamalarının başarısı, teknik altyapıdan çok, bu teknolojileri pedagojik olarak anlamlandırabilen ve yönlendirebilen eğiticilere bağlıdır. Sağlık eğitimi literatürü, fakülte gelişimi sağlanmadan gerçekleştirilen teknolojik entegrasyonların yüzeysel ve sürdürülemez kaldığını göstermektedir (Steinert ve ark., 2016).

Diş hekimliği eğitimi, klinik beceri öğretimi, hasta güvenliği ve etik sorumluluk gibi yüksek riskli alanları kapsadığı için, eğiticilerin pedagojik kararları YZ uygulamalarının etkisini doğrudan belirler. Bu bağlamda fakülte gelişimi, YZ entegrasyonunun tamamlayıcı unsuru değil, ön koşulu olarak değerlendirilmelidir (Cook ve ark., 2015).

Ayrıca literatür, eğiticilerin YZ'yı pedagojik bir araçtan ziyade “teknolojik tehdit” olarak algılamasının entegrasyon sürecini yavaşlattığını ortaya koymaktadır. Bu algının dönüştürülmesi, sistematik fakülte gelişim programlarıyla mümkündür (Holmes ve ark., 2019).

15.2. Eğiticinin Değişen Rolü: Bilgi Aktarıcıdan Öğrenme Tasarımcısına

Dijital ve YZ destekli öğrenme ortamları, eğiticinin geleneksel “bilgi aktarıcı” rolünü dönüştürmektedir. Eğitim bilimleri literatürü,

eğiticinin giderek daha fazla öğrenme tasarımcısı, rehber ve geri bildirim sağlayıcısı rolüne evrildiğini göstermektedir (Mayer, 2024).

Diş hekimliği eğitiminde bu dönüşüm, özellikle simülasyon, otomatik değerlendirme ve kişiselleştirilmiş öğrenme sistemlerinde belirgindir. Eğitici, YZ tarafından üretilen geri bildirimleri pedagojik bağlamda yorumlamak ve öğrencinin öğrenme sürecini yönlendirmekle sorumludur (Cook ve ark., 2015).

Bu yeni rol, yalnızca teknik okuryazarlık değil; öğrenme kuramları, ölçme-değerlendirme ve etik farkındalık alanlarında da yetkinlik gerektirir. Fakülte gelişimi programlarının bu çok boyutlu rol değişimini destekleyecek şekilde yapılandırılması zorunludur (Steinert ve ark., 2016).

15.3. Dijital ve Yapay Zekâ Okuryazarlığı: Gerekli Yetkinlik Alanları

Eğiticilerin YZ okuryazarlığı, yalnızca araç kullanımını değil; bu araçların sınırlılıklarını, önyargı risklerini ve pedagojik etkilerini anlama kapasitesini kapsar. Eğitim literatürü, yüzeysel teknoloji eğitimlerinin eğitici güvenini artırmadığını; aksine belirsizlik algısını güçlendirdiğini göstermektedir (Holmes ve ark., 2019).

Diş hekimliği fakültelerinde eğiticiler için temel yetkinlik alanları şunları içermelidir:

- YZ sistemlerinin temel çalışma mantığı,
- veri temelli geri bildirimin pedagojik yorumu,
- algoritmik önyargı ve adalet farkındalığı,
- açıklanabilirlik ve şeffaflık ilkeleri.

Bu yetkinlikler, eğiticinin YZ'yı pedagojik kararların yerine koymadan, bilinçli biçimde kullanabilmesini sağlar (Mayer, 2024).

15.4. Fakülte Gelişim Programlarının Tasarımı

Etkili fakülte gelişimi, tek seferlik eğitimlerle değil; süreklilik gösteren, uygulama temelli ve yansıtıcı öğrenmeyi destekleyen programlarla mümkündür. Sağlık eğitimi literatürü, mentorluk, akran öğrenmesi ve uygulama topluluklarının fakülte gelişiminde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Steinert ve ark., 2016).

YZ entegrasyonu bağlamında fakülte gelişim programları; teorik bilgilendirme, uygulamalı atölyeler ve pedagojik tartışma oturumlarını bir arada içermelidir. Bu yaklaşım, eğiticilerin yalnızca “nasıl kullanırım?” değil, “ne zaman ve neden kullanmalıyım?” sorularına yanıt bulmasını sağlar (Cook ve ark., 2015).

Diş hekimliği eğitiminde bu programların klinik bağlamla ilişkilendirilmesi, eğiticilerin teknolojiyi soyut değil, doğrudan eğitim pratiğiyle bağlantılı olarak algılamasını kolaylaştırır.

15.5. Direnç, Kaygı ve Profesyonel Kimlik

Teknolojik dönüşüm süreçlerinde eğiticilerin direnç göstermesi, literatürde sık raporlanan bir durumdur. Bu direnç, çoğu zaman yetersizlik algısı, iş yükü endişesi ve profesyonel kimliğin tehdit altında hissedilmesiyle ilişkilidir (Holmes ve ark., 2019).

YZ destekli eğitimde fakülte gelişimi, bu kaygıları göz ardı eden değil; açık biçimde ele alan bir yaklaşım benimsemelidir. Eğiticinin uzmanlığı, YZ tarafından ikame edilmesi gereken bir unsur değil;

pedagojik değer üreten temel bileşen olarak vurgulanmalıdır (Cook ve ark., 2015).

Bu yaklaşım, eğiticilerin sürece gönüllü katılımını artırırken, kurumsal dönüşümün sürdürülebilirliğini de güçlendirir.

15.6. Değerlendirme, Teşvik ve Kurumsal Destek

Fakülte gelişimi, kurumsal teşvik mekanizmalarıyla desteklenmediğinde sınırlı etki yaratır. Eğitim literatürü, eğiticilerin pedagojik yeniliklere katkısının akademik yükselme ve değerlendirme sistemlerinde görünür kılınmasının motivasyonu artırdığını göstermektedir (Steinert ve ark., 2016).

Diş hekimliği fakültelerinde YZ destekli eğitim uygulamalarına katkı sunan eğiticilerin, bu çabalarının kurumsal olarak tanınması ve desteklenmesi gereklidir. Bu destek, yalnızca maddi değil; zaman, teknik destek ve akademik tanınırlık boyutlarını da içermelidir.

Bu tür bütüncül bir yaklaşım, fakülte gelişimini bireysel çabadan çıkararak kurumsal bir dönüşüm sürecine dönüştürür.

15.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ destekli diş hekimliği eğitiminde fakülte gelişimi ve eğitici yetkinliklerinin önemi ele alınmıştır. YZ entegrasyonu, teknik bir yenilikten ziyade pedagojik ve kurumsal bir dönüşüm sürecidir. Bu dönüşümün başarısı, eğiticilerin bilgi, beceri ve profesyonel kimliklerinin bilinçli biçimde desteklenmesine bağlıdır. YZ entegrasyonunda eğitici yetkinlik alanları (Şekil 15.1) ve fakülte gelişimindeki temel bileşenler (Tablo 15.1) aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 15.1. Yapay Zekâ Entegrasyonunda Eğitimci Yetkinlik Alanları

Tablo 15.1. Fakülte Gelişiminde Temel Bileşenler

Bileşen	Amaç	Pedagojik katkı
Eğitim atölyeleri	Bilgi ve beceri	Güven artışı
Mentorluk	Deneyim paylaşımı	Uygulama derinliği
Akran öğrenmesi	Kolektif gelişim	Direnç azalması
Kurumsal teşvik	Sürdürülebilirlik	Motivasyon

16. DEĞİŞİM YÖNETİMİ, FİNANSMAN VE TEKNOLOJİ SEÇİMİ (Yapay Zekâ Destekli Diş Hekimliği Eğitiminde Kurumsal Karar Süreçleri)

16.1. Neden Değişim Yönetimi? Eğitimde Teknoloji

Entegrasyonunun Kurumsal Boyutu

YZ destekli eğitim uygulamalarının başarısı, yalnızca teknolojik yeterlilikle değil; bu teknolojilerin kurum içinde nasıl benimsendiği ve yönetildiğiyle yakından ilişkilidir. Eğitim ve sağlık yönetimi literatürü, değişim yönetimi stratejileri olmaksızın gerçekleştirilen dijital dönüşümlerin kısa ömürlü ve parçalı kaldığını göstermektedir (Kotter, 1996; Topol, 2019).

Diş hekimliği fakülteleri, klinik eğitim, hasta güvenliği ve akreditasyon gereklilikleri nedeniyle değişime karşı doğal bir temkinlilik sergiler. Bu temkinlilik, uygun biçimde yönetilmediğinde yenilik karşıtı bir dirence dönüşebilir. Değişim yönetimi, bu direnci azaltarak teknolojik yeniliklerin pedagojik değer üretmesini sağlar (Holmes ve ark., 2019).

Bu bağlamda YZ entegrasyonu, teknik bir proje değil; kurumsal öğrenme süreci olarak ele alınmalıdır.

16.2. Değişim Yönetimi Kuramları ve Eğitim Kurumlarına Uyarlanması

Değişim yönetimi literatüründe Kotter'in sekiz aşamalı modeli, eğitim kurumlarında dijital dönüşüm süreçlerini analiz etmek için sıklıkla kullanılmaktadır (Kotter, 1996). Bu model; aciliyet duygusu

yaratma, vizyon oluşturma, paydaş katılımı ve kısa vadeli kazanımların görünür kılınması gibi aşamaları içerir.

Eğitim literatürü, bu aşamaların pedagojik bağlamla uyumlu biçimde uyarlanmasının dönüşümün başarısını artırdığını göstermektedir (Holmes ve ark., 2019). Diş hekimliği eğitiminde bu uyarlama, eğiticilerin ve öğrencilerin sürece erken dahil edilmesini, klinik uygulamalarla bağlantının net biçimde kurulmasını gerektirir.

Kurumsal dönüşümün başarısı, değişimin yalnızca yönetim düzeyinde değil; akademik ve idari tüm paydaşlar tarafından paylaşılmasına bağlıdır.

16.3. Finansman Modelleri ve Sürdürülebilirlik

YZ destekli eğitim uygulamaları, yazılım lisansları, donanım altyapısı, veri güvenliği ve teknik destek gibi kalemler nedeniyle önemli finansal kaynaklar gerektirir. Sağlık eğitimi literatürü, sürdürülebilir finansman modelleri olmadan gerçekleştirilen teknoloji yatırımlarının uzun vadede eğitim kalitesini artırmadığını ortaya koymaktadır (Topol, 2019).

Diş hekimliği fakültelerinde finansman stratejileri; merkezi bütçeler, araştırma fonları, kamu destekleri ve endüstri iş birliklerini içerebilir. Ancak literatür, endüstri iş birliklerinde pedagojik bağımsızlık ve etik sınırların açıkça tanımlanması gerektiğini vurgulamaktadır (Hoel & Chen, 2018).

Sürdürülebilirlik, yalnızca başlangıç yatırımını değil; güncelleme, bakım ve eğitici eğitim maliyetlerini de kapsayan uzun vadeli bir planlama gerektirir.

16.4. Teknoloji Seçiminde Pedagojik ve Etik Ölçütler

Teknoloji seçimi, çoğu zaman teknik özellikler üzerinden yapılmakta; pedagojik uygunluk ikinci planda kalmaktadır. Eğitim literatürü, bu yaklaşımın öğrenme çıktıları açısından sınırlı fayda sağladığını göstermektedir (Mayer, 2024).

YZ destekli eğitim teknolojilerinin seçiminde temel ölçütler şunlar olmalıdır:

- öğrenme hedefleriyle uyum,
- açıklanabilirlik ve şeffaflık,
- veri güvenliği ve gizlilik,
- eğitici ve öğrenci kullanım kolaylığı.

Dış hekimliği eğitiminde bu ölçütler, hasta verilerinin korunması ve klinik sorumluluk bilinciyle doğrudan ilişkilidir (Hoel & Chen, 2018).

16.5. Paydaş Katılımı ve Kurumsal Sahiplenme

Değişim yönetiminde paydaş katılımı, dönüşümün başarısını belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Eğitim literatürü, eğitimcilerin ve öğrencilerin sürece aktif olarak dahil edilmediği projelerin kurumsal sahiplenme yaratmadığını göstermektedir (Holmes ve ark., 2019).

Dış hekimliği fakültelerinde paydaş katılımı; pilot uygulamalar, geri bildirim mekanizmaları ve ortak karar alma süreçleriyle desteklenmelidir. Bu yaklaşım, teknolojinin “yukarıdan dayatılan” bir araç değil; ortak bir eğitim yatırımı olarak algılanmasını sağlar.

Kurumsal sahiplenme, teknolojinin pedagojik değer üretmesini sürdürülebilir kılan temel unsurdur.

16.6. Risk Yönetimi ve Başarısızlık Senaryoları

YZ destekli eğitim projeleri, teknik, pedagojik ve etik riskler içerir. Literatür, bu risklerin açıkça tanımlanmasının ve yönetilmesinin proje başarısını artırdığını göstermektedir (Topol, 2019).

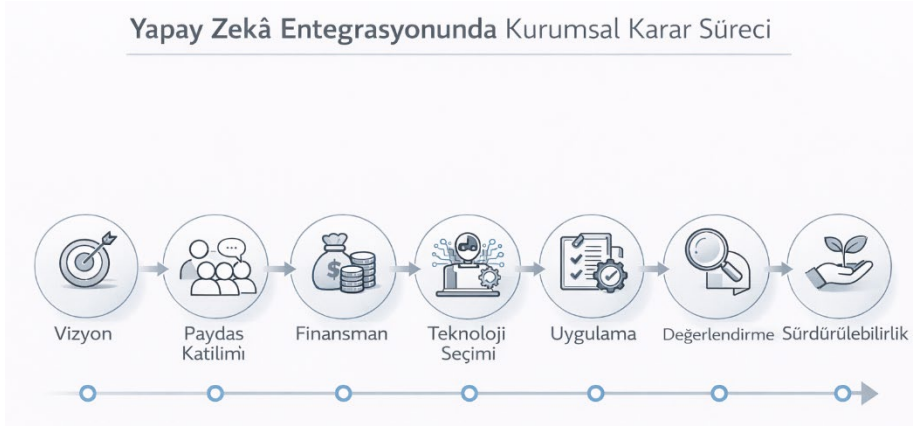
Başarısızlık senaryoları; düşük kullanıcı kabulü, pedagojik uyumsuzluk ve veri güvenliği sorunlarını içerebilir. Bu risklerin erken aşamada öngörülmesi ve azaltıcı stratejilerin geliştirilmesi, kurumsal karar süreçlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Diş hekimliği eğitiminde risk yönetimi, yalnızca kurumsal itibarı değil; eğitim kalitesini ve hasta güvenliğini de doğrudan etkiler.

16.7. Bölüm Özeti

Bu bölümde YZ destekli diş hekimliği eğitiminde değişim yönetimi, finansman ve teknoloji seçimi süreçleri ele alınmıştır. Kurumsal kararlar, pedagojik hedefler ve etik sorumluluklarla uyumlu biçimde alındığında, YZ eğitimde sürdürülebilir değer üretebilir. Aksi hâlde teknolojik yenilikler, eğitim pratiğinde kalıcı bir dönüşüm yaratmadan etkisini yitirebilir (Kotter ve ark., 1996). Teknoloji seçiminde karar ölçütleri ve eğitimsel önemi Tablo 16.1’de, YZ entegrasyonunda kurumsal karar süreci ise Şekil 16.1’de özetlenmiştir.

Tablo 16.1. Teknoloji Seçiminde Karar Ölçütleri

Ölçüt	Açıklama	Eğitimsel önemi
Pedagojik uyum	Öğrenme hedefleriyle eşleşme	Etkililik
Etik uygunluk	Veri ve adalet	Güven
Finansal sürdürülebilirlik	Uzun vadeli maliyet	Süreklilik
Kullanılabilirlik	Eğitici/öğrenci deneyimi	Benimseme

**Şekil 16.1.** Yapay Zekâ Entegrasyonunda Kurumsal Karar Süreci

SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Genel Değerlendirme

Bu kitap, YZ'nın diş hekimliği eğitimindeki rolünü teknoloji merkezli bir yenilik anlatısının ötesine taşıyarak, pedagojik, etik, kurumsal ve kanıta dayalı bir çerçeve içinde ele almıştır. Sunulan bölümler, YZ'nın yalnızca klinik doğruluğu artıran bir araç olmadığını; aynı zamanda öğrenme süreçlerini dönüştürme potansiyeline sahip güçlü bir eğitsel arayüz olduğunu açık biçimde ortaya koymaktadır (Holmes ve ark., 2019; Cook ve ark., 2015).

Kitap boyunca vurgulanan temel yaklaşım, YZ'nın diş hekimliği eğitiminde öğreticinin ve öğrencinin yerini alan değil, öğrenmeyi destekleyen, yapılandıran ve görünür kılan bir araç olarak konumlandırılmasıdır. Görüntü işleme, otomatik değerlendirme, sanal gerçeklik, öğrenme analitikleri ve kişiselleştirilmiş öğrenme gibi alanlarda sunulan örnekler, teknolojik kapasitenin pedagojik tasarımıyla birleştiğinde anlamlı eğitim çıktıları üretebildiğini göstermektedir.

Eğitimsel Katkılar

Bu kitabın diş hekimliği eğitimi literatürüne başlıca katkıları şunlardır:

Kavramsal Netlik: YZ, makine öğrenimi, derin öğrenme ve açıklanabilir YZ gibi kavramlar, klinik performans değil öğrenme süreçleri bağlamında tanımlanmıştır.

Pedagojik Çerçeve: Öğrenme kuramları, bilişsel yük, geri bildirim ve yetkinlik temelli eğitim yaklaşımları, YZ uygulamalarıyla bütünleştirilmiştir (Mayer, 2024; Hattie & Timperley, 2007).

Kanıtı Dayalı Yaklaşım: Klinik doğruluk ile eğitsel etkililik arasındaki ayırım net biçimde ortaya konmuş; mevcut kanıt düzeyleri eleştirel biçimde değerlendirilmiştir (Schwendicke ve ark., 2020).

Etik ve Kurumsal Boyut: Veri gizliliği, algoritmik önyargı, açıklanabilirlik ve kurumsal yönetim konuları, eğitim bağlamında sistematik olarak ele alınmıştır (Hoel & Chen, 2018).

Geleceğe Yönelik Çıkarımlar

Kitapta sunulan bulgular ve tartışmalar, YZ destekli diş hekimliği eğitiminin geleceği için bazı temel çıkarımlara işaret etmektedir:

- YZ uygulamalarının eğitimsel değeri, teknik karmaşıklığından değil, öğrenme hedefleriyle kurduğu ilişkiden kaynaklanmaktadır.
- Gelecekteki çalışmaların, kısa vadeli performans artışları yerine öğrenme kalıcılığı, klinik transfer ve muhakeme gelişimi gibi çıktılara odaklanması gerekmektedir.
- Açıklanabilir ve insan merkezli YZ yaklaşımları, eğitimde kabul edilebilirlik ve sürdürülebilirlik açısından vazgeçilmezdir.
- Ulusal ve uluslararası düzeyde eğitim standartları ve akreditasyon çerçeveleri, YZ destekli öğrenme çıktılarını kapsayacak biçimde güncellenmelidir.

YZ, diş hekimliği eğitiminde kaçınılmaz bir dönüşümün parçasıdır; ancak bu dönüşümün yönü, pedagojik bilinç ve etik sorumlulukla belirlenecektir. Bu kitap, eğiticiler, araştırmacılar ve

lisans–lisansüstü öğrenciler için YZ’yı eleştirel, kanıta dayalı ve uygulanabilir bir eğitim aracı olarak konumlandırmayı amaçlamıştır.

Bu yönüyle eser, yalnızca mevcut uygulamaları belgeleyen bir kaynak değil; aynı zamanda geleceğin dış hekimliği eğitimine yön veren bir başvuru kitabı niteliği taşımayı hedeflemektedir.

UYGULAMALI EKLER

(Ders Tasarımları, Değerlendirme Matrisleri ve Proje Ŗablonları)

Bu bölümün amacı, kitapta sunulan kavramsal, pedagojik ve etik çerçevelerin doğrudan dış hekimliği eğitimine uygulanabilmesini sağlamaktır. Ekler; lisans, lisansüstü ve fakülte gelişim programlarında kullanılabilecek standartlaştırılmış ama uyarlanabilir araçlar olarak tasarlanmıştır.

Bu ekler, YZ destekli dış hekimliği eğitiminin yalnızca teorik değil, uygulanabilir olduğunu göstermeyi amaçlamaktadır. Sunulan şablonlar ve araçlar, kurumlara esnek ama bilimsel temelli bir yol haritası sunar.

Burada sunulan materyaller:

- pedagojik açıdan gerekçelendirilmiş,
- YZ destekli eğitime uyumlu,
- kalite güvencesi ve etik ilkelerle uyumludur.

EK-1. Yapay Zekâ Destekli Ders Tasarımı Şablonu**Ders adı:****Düzey:** (Lisans / Lisansüstü)**Süre:** (hafta/saat)**YZ entegrasyon düzeyi:** (düşük – orta – ileri)**Ders Tasarım Tablosu**

Bileşen	Açıklama
Öğrenme hedefleri	Yetkinlik temelli, ölçülebilir
Öğretim yöntemi	YZ destekli + yüz yüze
Kullanılan YZ aracı	(ör. simülasyon, LLM, görüntü analizi)
Eğitici rolü	Rehber / geri bildirim sağlayıcı
Öğrenci rolü	Aktif problem çözücü
Değerlendirme	Süreç + ürün odaklı
Etik önlemler	Veri gizliliği, şeffaflık

EK-2. Klinik Simülasyon Değerlendirme Matrisi

Bu matris, VR / haptik / YZ destekli simülasyonlarda **nesnel ve izlenebilir değerlendirme** amacıyla kullanılır.

Ölçüt	Düşük (1)	Orta (2)	Yüksek (3)
Teknik doğruluk	Hatalı	Kısmen doğru	Doğru
Klinik muhakeme	Yüzeysel	Kabul edilebilir	Gelişmiş
Hata farkındalığı	Yok	Reaktif	Proaktif
Geri bildirim kullanımı	Yok	Sınırlı	Etkin
Zaman yönetimi	Yetersiz	Orta	Etkili

EK-3. Öğrenci Yetkinlik İzleme Formu

Bu form, öğrencinin gelişimini **tek sınav yerine zaman içinde** izlemek için tasarlanmıştır.

Yetkinlik alanı	Başlangıç	Ara değerlendirme	Son değerlendirme
Teorik bilgi	☐	☐	☐
Psikomotor beceri	☐	☐	☐
Klinik muhakeme	☐	☐	☐
Etik farkındalık	☐	☐	☐
YZ okuryazarlığı	☐	☐	☐

EK-4. Yapay Zekâ Kullanımı için Etik Onam ve Şeffaflık Bildirimi

Öğrenci bildirimi (örnek):

Bu derste yapay zekâ destekli eğitim araçları kullanılmaktadır.

Yapay zekâ çıktıları, öğrenmeyi destekleyici niteliktedir ve nihai akademik sorumluluk öğrenciye aittir.

Kişisel verilerim, yalnızca eğitim amaçlı ve anonimleştirilmiş biçimde kullanılacaktır.

- ☐ Okudum
- ☐ Anladım
- ☐ Kabul ediyorum

EK-5. Lisans Düzeyi Proje Konusu Örnekleri

1. Yapay Zekâ Destekli Simülasyonların Preklinik Restoratif Diş Hekimliği Becerilerine Etkisi
2. ChatGPT Kullanımının Diş Hekimliği Öğrencilerinde Literatür Okuma Motivasyonuna Etkisi
3. YZ Tabanlı Geri Bildirim Sistemlerinin Fantom Laboratuvar Performansına Katkısı
4. Kişiselleştirilmiş Öğrenme Platformlarının Ortodonti Teorik Ders Başarısına Etkisi
5. Diş Hekimliği Öğrencilerinin Yapay Zekâ Okuryazarlık Düzeylerinin Değerlendirilmesi
6. YZ Destekli Görsel Açıklamaların Radyografik Anatomiye Öğrenme Üzerindeki Etkisi
7. Sanal Hasta Senaryolarının Klinik Karar Verme Becerisine Katkısı
8. YZ Tabanlı Quiz ve Mini-Sınav Sistemlerinin Sınav Kaygısı Üzerindeki Etkisi
9. Yapay Zekâ Destekli Geri Bildirimin Öğrenci Öz-Düzenleme Becerilerine Etkisi
10. Diş Hekimliği Eğitiminde Yapay Zekâ Kullanımına Yönelik Öğrenci Tutumlarının Analizi
11. YZ Destekli Video Analizinin Klinik El Becerisi Gelişimine Katkısı
12. Yapay Zekâ Kullanımının Akademik Dürüstlük Algısı Üzerindeki Etkisi
13. YZ Destekli Öğrenme Araçlarının Öğrenci Memnuniyeti ve Algılanan Öğrenme Üzerindeki Etkisi
14. Diş Hekimliği Öğrencilerinde Yapay Zekâ Destekli Öğrenmenin Zaman Yönetimi Becerilerine Etkisi
15. YZ Destekli Öğretim Materyallerinin Kavramsal Yanılgıları Azaltmadaki Etkinliği.

EK-6. Lisansüstü Düzeyi Proje Konusu Örnekleri

1. Yapay Zekâ Tabanlı Otomatik Değerlendirme Sistemlerinin Klinik Becerilerde Geçerlik ve Güvenirliği
2. Kişiselleştirilmiş Öğrenme Algoritmalarının Diş Hekimliği Eğitiminde Yetkinlik Kazanımına Etkisi
3. Derin Öğrenme Destekli Radyografik Eğitim Modüllerinin Klinik Tanı Performansına Etkisi
4. YZ Destekli Simülasyonlarda Uzunlamasına Öğrenme Eğrilerinin Analizi
5. ChatGPT ve Benzeri LLM'lerin Akademik Yazım Kalitesi ve Eleştirel Düşünmeye Etkisi
6. Diş Hekimliği Eğitiminde Yapay Zekâ Kullanımının Etik Algılar ve Profesyonel Kimlik Üzerindeki Etkisi
7. Açıklanabilir Yapay Zekâ (XAI) Yaklaşımlarının Eğitimde Güven ve Kabul Üzerindeki Rolü
8. YZ Tabanlı Öğrenci Modelleme Sistemlerinin Akademik Başarısızlık Öngörüsündeki Etkinliği
9. Sanal Klinik Performans ile Gerçek Klinik Performans Arasındaki İlişkinin YZ Destekli Analizi
10. Diş Hekimliği Fakültelerinde Yapay Zekâ Entegrasyonuna Kurumsal Hazırlık Düzeyi Analizi
11. YZ Destekli Eğitim Uygulamalarının Akreditasyon Standartlarıyla Uyumunun Değerlendirilmesi
12. Fakülte Gelişim Programlarında Yapay Zekâ Eğitiminin Eğitici Yetkinliklerine Etkisi
13. Yapay Zekâ Destekli Eğitim Sistemlerinin Uzun Vadeli Öğrenme Kalıcılığı Üzerindeki Etkisi
14. YZ Destekli Klinik Eğitimde Öğrenci Güveni ve Öz-Yeterlik Algısının İncelenmesi
15. Diş Hekimliği Eğitiminde Yapay Zekâ Destekli Öğrenmenin Maliyet-Etkililik Analizi

EK-7. Kurumsal Öz Değerlendirme Kontrol Listesi

Soru	Evet	Hayır
YZ için açık politika var mı?	☐	☐
Fakülte eğitimi planlandı mı?	☐	☐
Etik kurul süreci tanımlı mı?	☐	☐
Veri güvenliği sağlandı mı?	☐	☐
Değerlendirme sistemi güncellendi mi?	☐	☐

KAYNAKÇA

- Bender, E.M., Gebru, T., McMillan-Major, A., & Shmitchell, S. (2021). On the dangers of stochastic parrots: Can language models be too big? Proceedings of the ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. pp. 610–623. doi:10.1145/3442188.3445922. PMID: 34512217
- Brown, T.B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P. et al. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in Neural Information Processing Systems (NeurIPS). 33:1877–1901. doi:10.48550/arXiv.2005.14165.
- Buczak, A.L., & Guven, E. (2015). A survey of data mining and machine learning methods for cybersecurity intrusion detection. IEEE Communications Surveys & Tutorials. 18(2):1153–1176. doi:10.1109/COMST.2015.2494502.
- Char, D. S., Shah, N. H., & Magnus, D. (2018). Implementing Machine Learning in Health Care-Addressing Ethical Challenges. The New England journal of medicine, 378(11), 981–983. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1714229>
- Chen, J. H., & Asch, S. M. (2017). Machine Learning and Prediction in Medicine - Beyond the Peak of Inflated Expectations. The New England journal of medicine, 376(26), 2507–2509. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1702071>
- Cook, D. A., Brydges, R., Ginsburg, S., & Hatala, R. (2015). A contemporary approach to validity arguments: a practical guide to Kane's framework. Medical education, 49(6), 560–575. <https://doi.org/10.1111/medu.12678>

- Cotton, D.R.E., Cotton, P.A., & Shipway, J.R. (2023). Chatting and cheating? Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*. 60(4):1–13. doi:10.1080/14703297.2023.2190148.
- Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for artificial intelligence in healthcare. *Future healthcare journal*, 6(2), 94–98. <https://doi.org/10.7861/futurehosp.6-2-94>
- de Boer, I. R., Wesselink, P. R., & Vervoorn, J. M. (2016). Student performance and appreciation using 3D vs. 2D vision in a virtual learning environment. *European journal of dental education : official journal of the Association for Dental Education in Europe*, 20(3), 142–147. <https://doi.org/10.1111/eje.12152>
- Esteva, A., Robicquet, A., Ramsundar, B., Kuleshov, V., DePristo, M., Chou, K., Cui, C., Corrado, G., Thrun, S., & Dean, J. (2019). A guide to deep learning in healthcare. *Nature medicine*, 25(1), 24–29. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0316-z>
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). A Unified Framework of Five Principles for AI in Society. *Harvard Data Science Review*, 1(1). <https://doi.org/10.1162/99608f92.8cd550d1>
- Giger M. L. (2018). Machine Learning in Medical Imaging. *Journal of the American College of Radiology : JACR*, 15(3 Pt B), 512–520. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2017.12.028>
- Harden R. M. (1999). What is a spiral curriculum?. *Medical teacher*, 21(2), 141–143. <https://doi.org/10.1080/01421599979752>

- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. Review of Educational Research, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- He, J., Baxter, S. L., Xu, J., Xu, J., Zhou, X., & Zhang, K. (2019). The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. Nature medicine, 25(1), 30–36. doi:10.1038/s41591-018-0307-0
- Hoel, T., & Chen, W. (2018). Privacy and data protection in learning analytics should be motivated by an educational maxim-towards a proposal. Research and practice in technology enhanced learning, 13(1), 20. doi:10.1186/s41039-018-0086-8
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. The Center for Curriculum Redesign, Boston, MA. 4:1–7.
- Jaskari, J., Sahlsten, J., Järnstedt, J., Mehtonen, H., Karhu, K., Sundqvist, O., Hietanen, A., Varjonen, V., Mattila, V., & Kaski, K. (2020). Deep Learning Method for Mandibular Canal Segmentation in Dental Cone Beam Computed Tomography Volumes. Scientific reports, 10(1), 5842. doi:10.1038/s41598-020-62321-3
- Ji, Z., Lee, N., Frieske, R., Yu, T., Su, D., Xu, Y. et al. (2023). Survey of hallucination in natural language generation. ACM Computing Surveys. 55(12):1–38. doi:10.1145/3571730
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F. et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for

- education. *Learning and Individual Differences*. 103:102274. doi:10.1016/j.lindif.2023.102274
- Khanagar, S. B., Al-Ehaideb, A., Maganur, P. C., Vishwanathaiah, S., Patil, S., Baeshen, H. A., Sarode, S. C., & Bhandi, S. (2021). Developments, application, and performance of artificial intelligence in dentistry-A systematic review. *Journal of dental sciences*, 16(1), 508–522. doi:10.1016/j.jds.2020.06.019
- Kieslich, K., Keller, B., & Starke, C. (2022). Artificial intelligence ethics by design. Evaluating public perception on the importance of ethical design principles of artificial intelligence. *Big Data & Society*, 9(1). <https://doi.org/10.1177/20539517221092956>
- Kneebone R. (2005). Evaluating clinical simulations for learning procedural skills: a theory-based approach. *Academic medicine : journal of the Association of American Medical Colleges*, 80(6), 549–553. <https://doi.org/10.1097/00001888-200506000-00006>
- Kohli, M., Prevedello, L. M., Filice, R. W., & Geis, J. R. (2017). Implementing Machine Learning in Radiology Practice and Research. *AJR. American journal of roentgenology*, 208(4), 754–760. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17224>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Kotter JP. (1996). *Leading change*. Harvard Business School Press, Boston.
- Krittanawong, C., Johnson, K. W., Rosenson, R. S., Wang, Z., Aydar, M., Baber, U., Min, J. K., Tang, W. H. W., Halperin, J. L., &

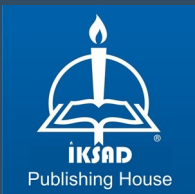
- Narayan, S. M. (2019). Deep learning for cardiovascular medicine: a practical primer. *European heart journal*, 40(25), 2058–2073. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz056>
- Moussa, R., Alghazaly, A., Althagafi, N., Eshky, R., & Borzangy, S. (2022). Effectiveness of Virtual Reality and Interactive Simulators on Dental Education Outcomes: Systematic Review. *European journal of dentistry*, 16(1), 14–31. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731837>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N., & Choi, S. H. (2018). Diagnosis and prediction of periodontally compromised teeth using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of periodontal & implant science*, 48(2), 114–123. <https://doi.org/10.5051/jpis.2018.48.2.114>
- Litjens, G., Kooi, T., Bejnordi, B. E., Setio, A. A. A., Ciompi, F., Ghafoorian, M., van der Laak, J. A. W. M., van Ginneken, B., & Sánchez, C. I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical image analysis*, 42, 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>
- London A. J. (2019). Artificial Intelligence and Black-Box Medical Decisions: Accuracy versus Explainability. *The Hastings Center report*, 49(1), 15–21. <https://doi.org/10.1002/hast.973>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed. An argument for AI in Education*. London: Pearson

- Makransky, G. & Petersen, G.B. (2021). The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL): A Theoretical Research-Based Model of Learning in Immersive Virtual Reality. *Educational Psychology Review*, 33(1), 937–958. doi: 10.1007/s10648-020-09586-2
- Makransky, G., Andreassen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719–735. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>
- Mayer, R.E. (2024). The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 36, 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Morley, J., Floridi, L., Kinsey, L., & Elhalal, A. (2020). From What to How: An Initial Review of Publicly Available AI Ethics Tools, Methods and Research to Translate Principles into Practices. *Science and Engineering Ethics*, 26, 2141-2168. <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00165-5>
- Moussa, R., Alghazaly, A., Althagafi, N., Eshky, R., & Borzangy, S. (2022). Effectiveness of Virtual Reality and Interactive Simulators on Dental Education Outcomes: Systematic Review. *European journal of dentistry*, 16(1), 14–31. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1731837>
- Obermeyer, Z., & Emanuel, E. J. (2016). Predicting the Future - Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine. *The New*

- England journal of medicine, 375(13), 1216–1219.
<https://doi.org/10.1056/NEJMp1606181>
- Pane, J.F., Steiner, E.D., Baird, M.D., & Hamilton, L.S. (2015). Continued progress: Promising evidence on personalized learning. Santa Monica, CA:RAND. doi: 10.7249/RR1365
- Parasuraman, R., & Riley, V. (1997). Humans and Automation: Use, Misuse, Disuse, Abuse. Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 39(2), 230-253.
<https://doi.org/10.1518/001872097778543886>
- Park, W. J., & Park, J. B. (2018). History and application of artificial neural networks in dentistry. European journal of dentistry, 12(4), 594–601. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_325_18
- Radianti, J., Majchrzak, T.A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 147(103778). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach. Fourth edition. Hoboken: Pearson
- Samek, W., Montavon, G., Vedaldi, A., Hansen, L.K., & Müller, K.R. (2019). Explainable AI: Interpreting, explaining and visualizing deep learning. Springer Nature Switzerland.
<https://doi.org/10.1007/978-3-030-28954-6>.
- Schwendicke, F., Singh, T., Lee, J.H., Gaudin, R., Chaurasia, A., Wiegand, T. et al. (2021) Artificial intelligence in dental research: Checklist for authors, reviewers, readers. Journal of

- Dentistry. 107 (103610):764–770. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103610>
- Schwendicke, F., Samek, W., & Krois, J. (2020). Artificial Intelligence in Dentistry: Chances and Challenges. *Journal of dental research*, 99(7), 769–774. <https://doi.org/10.1177/0022034520915714>
- Shneiderman, B. (2020). Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. *International Journal of Human–Computer Interaction*, 36(6), 495–504. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118>
- Shortliffe, E. H., & Sepúlveda, M. J. (2018). Clinical Decision Support in the Era of Artificial Intelligence. *JAMA*, 320(21), 2199–2200. <https://doi.org/10.1001/jama.2018.17163>
- Siemens, G., & Baker, R. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. *Proceedings of LAK*, 252-254. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330661>
- Steinert, Y., Mann, K., Anderson, B., Barnett, B. M., Centeno, A., Naismith, L., Prideaux, D., Spencer, J., Tullo, E., Viggiano, T., Ward, H., & Dolmans, D. (2016). A systematic review of faculty development initiatives designed to enhance teaching effectiveness: A 10-year update: BEME Guide No. 40. *Medical teacher*, 38(8), 769–786. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2016.1181851>

- Sweller, J. (2024) Cognitive load theory and individual differences. *Learning and Individual Differences*.110,102423. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2024.102423>
- Tjoa, E., & Guan, C. (2021). A survey on explainable artificial intelligence (XAI): Toward medical XAI. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(11), 4793-4813. doi: 10.1109/TNNLS.2020.3027314.
- Topol E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature medicine*, 25(1), 44–56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Verghese, A., Shah, N. H., & Harrington, R. A. (2018). What This Computer Needs Is a Physician: Humanism and Artificial Intelligence. *JAMA*, 319(1), 19–20. <https://doi.org/10.1001/jama.2017.19198>
- White, S.C., & Pharoah, M.J. (2019). *Oral radiology: Principles and interpretation*. 8th Edition, Elsevier.
- Yu, K. H., Beam, A. L., & Kohane, I. S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. *Nature biomedical engineering*, 2(10), 719–731. <https://doi.org/10.1038/s41551-018-0305-z>
- Zhang, Z., Beck, M. W., Winkler, D. A., Huang, B., Sibanda, W., Goyal, H., & written on behalf of AME Big-Data Clinical Trial Collaborative Group (2018). Opening the black box of neural networks: methods for interpreting neural network models in clinical applications. *Annals of translational medicine*, 6(11), 216. <https://doi.org/10.21037/atm.2018.05.32>



ISBN: 978-625-378-574-1