

Kimya Eğitime Teknolojinin Entegrasyonu

Senem Çolak Yazıcı¹

Özet

Kimya bilimi soyut ve somut kavramları bir arada bulunduran, yaparak yaşayarak öğrenme ilkesine dayanarak öğrencilerin laboratuvar ortamında deney yaparak kalıcı öğrenmenin sağlandığı bir bilim dalıdır. Günümüzde birçok okulda laboratuvar olmaması, öğretmenlerin müfredatı yetiştirme endişesi ile deneylere yer verememesi veya kimyasalların pahalı olması gibi birçok nedenden dolayı öğrenciler deney yapamamakta, uygulamalı anlatım gereken bazı konular öğretmen merkezli düz anlatım yöntemi ile işlenmektedir. Teknolojinin eğitim dünyasında yerini alması ile birlikte eğitim amaçlı hazırlanan web 2.0 araçları, animasyonlar, etkileşimli sanal laboratuvarlar ve yapay zekâ uygulamaları soyut kimya kavramlarının somutlaştırılması konusunda kullandığımız ders materyallerinde biri haline gelmiştir. Farklı kullanım amacına yönelik hazırlanan web 2.0 araçları ile bir kimya konusunun teorisi görsel materyallerle zenginleştirilerek öğrenci ile paylaşılabilirliği gibi aynı web 2.0 aracı ile konu içeriğine uygun bir oyun hazırlanarak kalıcı öğrenmenin sağlanması amaçlanabilir, yapay zeka kullanan araçlar vasıtası ile laboratuvar ortamına taşınamayan deneyler sanal ortamda etkileşimli olarak öğrenciye sunulabilir ve bu sayede dikkat çekme, keşfetme, açıklama, derinleştirme ve değerlendirme olmak üzere bir konunun anlatılmasında yer verdiğimiz tüm aşamalarda teknolojiye yararlanabiliriz. Bu doğrultuda web 2.0 araçlarını tanımak, ihtiyaca göre konu anlatımına entegre edebilecek yöntemleri bilmek ancak eğitime teknolojinin entegrasyonu ile mümkün olmaktadır. Bu bölümde web 2.0 araçlarının kimya eğitiminde kullanılmasının yanı sıra eğitime teknoloji entegrasyon yöntemlerinden kimya konularının öğretiminde kullanılacak oyun tabanlı öğrenme ve harmanlanmış öğrenme türlerinden ters yüz sınıf modeli anlatılmıştır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Düzce Üniversitesi, scolakyazici@gmail.com-0000-0002-2326-8996

GİRİŞ

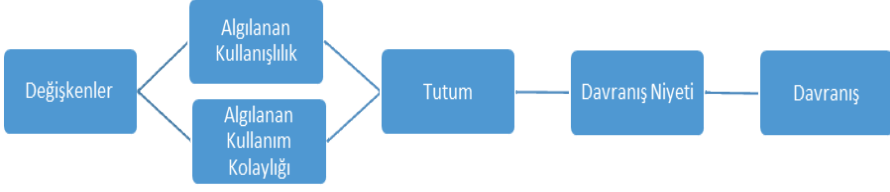
Öğretmenler olarak müfredat kapsamında dersin gerektirdiği konuyu dersimizi almakta olan tüm şubelerde aynı yöntem ve tekniklerle anlatmayı tercih etmeyiz. Öğrencilerin hazır bulunuşluğu ve profili, konunun zorluk derecesi ve mevcut imkânlarla göre ders anlatma şeklimizi değiştirmemiz gerekmektedir. Nasıl ki bir okuldaki farklı şubelerde dahi farklı yöntem ve tekniklerle ders anlatıyorsak, değişen ve gelişen dünyada öğretim yöntem ve tekniklerinin aynı olmasını beklemek mümkün değildir. Bu doğrultuda dijital yerliler olarak da adlandırılan yeni nesil öğrenenlerin öğrenme ihtiyaçlarına yönelik araçları geliştirmek ve eğitim hayatına entegre etmek günümüz eğitimcilerinin en önemli çalışma konularından biri haline gelmiştir.

21. yüzyıl becerileri kapsamında eğitim hayatının çıktıları arasında öğrenciye kazandırılması gereken beceriler arasında yer alan Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) Okuryazarlığının önemi özellikle Covid-19 salgını döneminde ön plana çıkmıştır. 31 Aralık 2019'da Çin, Wuhan'da yeni tip koronavirüs (COVID-19) enfekte pnömoni keşfi Dünya Sağlık Örgütüne bildirilen COVID-19 birkaç hafta içinde 160'tan fazla ülkeyi etkileyen bir salgın haline dönüşmüştür (Karadağ ve ark. 2021). Johns Hopkins Üniversitesi tarafından geliştirilen Covid 19 panosuna göre, etkisi neredeyse 2 yıl süren salgın farklı açılardan ülkeleri etkilemiş yaklaşık 672 milyon kişi enfekte olmuş, 6.9 milyon kişi hayatını kaybetmiştir. Tüm bu süreçte salgınla mücadele etmek için bazı önlemler alınmış bu önlemler kapsamında UNESCO verilerine göre Pandemi başlangıcında 100'den fazla ülkede eğitim öğretime ara verilmiş 1.5 milyondan fazla öğrencinin eğitim hayatı durma noktasına gelmiştir (UNESCO, 2020).

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta 7.7 ve 7.6 büyüklüğünde iki deprem meydana gelmiş ve bu durum birçok insanın ölümüne ve evsiz kalmasına neden olmuştur. Geride kalan insanların hayatı farklı alanlarda çıkmaza girmiş, MEB tarafından yapılan açıklamada ülke genelinde eğitim öğretime 2 hafta ara verilmiştir (meb.gov.tr). Üniversiteler ise bu süreçte zorunlu uzaktan eğitime geçmek durumunda kalmıştır. Yukarıda bahsedilen iki farklı durum farklı nedenlerle eğitim öğretimin mevcut koşullarda yüz yüze yapılma imkânının olmadığı durumlardır. Bir ülkenin gelişmesi, kalkınması ve her alanda yaralarını sarabilmesi için eğitim öğretimin kesintisiz devam etmesine ve her alanda yetişmiş insan gücüne ihtiyacı vardır. Yaşanılan süreçler ve günümüz öğrenenin ihtiyacı teknolojinin eğitime entegrasyon sürecini hızlandırmış ve öğretmenler derslerinde teknoloji kullanmış ve kullanmaktadır. Zorunlu uzaktan eğitime geçişle beraber teknoloji derslerde aktif olarak kullanılmaya başlamış, daha önce

derslerinde teknolojiyi kullanmayan, teknolojinin kullanımına karşı önyargılı olan veya teknoloji kullanımını bilmeyen öğretmenler dahi konuları en etkin şekilde anlatabilmek amacıyla teknoloji kullanımı konusunda kendilerini değiştirmek ve geliştirmek durumunda kalmıştır (Vishnu vd. 2022). Zaman içinde online eğitimin öğrenciye istediği an konuyu tekrar etme imkanı sunması, elektronik eğitim materyallerinin zamandan mekandan bağımsız olarak kullanılabilmesi, özellikle kimya gibi laboratuvar uygulamalarını içeren bilimlerde, laboratuvar ortamına taşınması veya görselleştirilmesi mümkün olmayan deneylerin öğrenciye ulaştırılabilmesi ve ekonomik olması gibi avantajları olduğu görülmüştür. Günümüzde, öğretmen merkezli geleneksel eğitim yerini öğrenciyi merkeze alan ve aktif öğrenmeyi destekleyen öğrenci merkezli eğitime bırakmış ve böylece teknolojinin eğitim hayatında yeri ve önemi bir kez daha anlaşılmıştır. Dijital dönüşümle beraber kara tahtalar yerini akıllı tahtalara bırakmış ders kitaplarının birincil ulaşılan kaynak yönünü etkileşimli tahtalardaki bilgisayar uygulamalarına bırakmıştır. Geçmişten günümüze yaşanan bu önemli farklılıklar öğretmenin eğitimdeki merkezîyetçiliği yerine öğrenci ile birlikte bilgiyi yapılandırdıkları eğitim anlayışına doğru ilerlemeyi sağlamıştır (Elmas ve Geban, 2012; Keser, 2005). Teknoloji çağına doğan Z kuşağı öğrencilerine cep telefonu, tablet ve bilgisayar gibi dijital araçları etkileşime alan farklı öğretim yöntemleri ile öğrenme ortamlarının oluşturulması ve teknolojik hazırbulunmuşluk seviyelerine uygun şekilde dersin hazırlanması, aktiviteler ve projeler yapılması öğrencilerin motivasyonlarına ve başarılarına katkıda bulunabilecektir (Conole ve Alevizou, 2010; Elmas ve Geban, 2012). Bu doğrultuda Milli Eğitim müfredatında yer alan öğretim programları çağın gereklilikleri ve öğrenenin ihtiyacı noktasında güncellenerek dinamik hale getirilmektedir. Güncel ortaöğretim kimya dersi öğretim programında birçok yetkinlikten bahsedilmekle beraber bunlardan biri /teknolojide temel yetkinlikler diğeri ise dijital yetkinliktir. Her iki yetkinlik “bilgiye erişim ve bilginin değerlendirilmesi, saklanması, üretimi, sunulması ve alışverişi için bilgisayarların kullanılması ayrıca internet aracılığıyla ortak ağlara katılım sağlanması ve iletişim kurulması gibi temel beceriler ile desteklenmektedir”. Bu bağlamda öğretim programlarının gelişmelerle ve bilimsel, sosyal, teknolojik vb. ihtiyaçlarla koşutluğu da öğretim programında açıkça belirtilmektedir. Yine kimya dersi öğretim programında “Öğretim Programının Temel Felsefesi ve Genel Amaçları” arasında “bilimsel ve teknolojik gelişmeleri sürekli takip ederek kendisini yenileyebilen, teorik bilgisini ve öğrendiklerini günlük hayatına aktarabilen bireylere ihtiyaç duyulduğu” da belirtilmektedir (T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, 2018).

Değişen öğrenme ihtiyacı ve teknolojiye rağmen günümüzde geleneksel öğretim yöntemlerine bağlı kalan, teknolojiden uzak ve önyargılı öğretmenlerin varlığı mevcut eğitim sistemimizin bir gerçeğidir (Elmas, Demirdögen, ve Geban 2011). Eğitim hayatına hızla giren teknolojik araç gereçlerin öğretmenlerin hazırbulunuşluklarının, bilgilerinin yetersizliği ve her öğrencinin aynı imkana sahip olmaması (Teknolojide fırsat eşitliğinin sağlanamaması) (Horzum, 2010; Kıyıcı, 2010; Sezgin 2021) bu araç gereçlerin yerinde kullanılamaması gerçeğini doğurmakla beraber teknolojinin eğitim sistemine olan katkısının öğretmenler tarafından sorgulanmasına neden olmaktadır (Kayaduman vd., 2011). Zorunlu uzaktan eğitim dönemi ile birlikte derslerinde teknoloji kullanan öğretmenler teknolojinin faydalarını görmüş ve bu alanda belirli bir yeterlilik kazanmıştır. Çolak ve Gündoğdu (2023) tarafından yapılan “Kimya Öğretmenlerinin Derslerinde Teknoloji Kullanımı Ve Ters-Yüz Sınıf Modeli Kullanım Durumlarının İncelenmesi” isimli çalışmada öğretmenlerin Uzaktan eğitim döneminin ardından derslerde teknoloji kullanılması gerektiğini düşündükleri ve kullandıkları fakat konuya uygun ders materyali geliştiren veya seçen öğretmen sayısının çok az olduğu sonucu elde edilmiştir. Yine aynı çalışmada kimya öğretmenlerinin teknoloji entegrasyon modelleri hakkında bilgi sahibi olmadıkları ve derslerinde kullanmadıkları görülmektedir. Zorunlu uzaktan eğitim döneminin ardından öğretmenlerin derslerinde teknoloji kullanmaya devam etme durumunu Teknoloji Kabul Modeline (TAM) göre açıklamak mümkündür. TAM modeli alanyazında teknolojiyi bir ders materyali olarak kullanmanın öğrenme çıktıları üzerindeki olumlu etkisini gösteren birçok çalışma bulunmasına rağmen neden bazı eğitimciler derslerinde teknolojiye yer verirken bazılarının vermedikleri üzerine geliştirilen teorilerden biridir. Literatüre ilk kez Davis (1989) tarafından kazandırılan bir çalışma olup, bu modele göre insanların bir uygulamayı kullanma eğilimleri, o uygulamanın işlerini daha iyi yapmalarına yardımcı olacağına olan inançlarıyla doğru orantılıdır. Bu noktada algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı olmak üzere iki önemli unsur ortaya çıkmaktadır (Davis, 1989, Venkatesh ve Davis, 2000). Ekstra çaba (algılanan kullanım kolaylığı) olmadan iş verimliliğini (algılanan kullanışlılık) artıran uygulamalar, kullanıcılar için çekici hale gelmekte ve söz konusu uygulamayı kullanma konusundaki tutumlarını etkilemektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Teknoloji Kabul Modeli (Yousafzai, Foxall, & Pallister 2007).

Teknolojide görülen bu değişimlerin ülkemizde eğitimde yaygınlaştırılması, yüksek maliyet gerektiren eğitim çözümlerini gelişmiş ülkelerden aynen almak yerine ülkemizin ekonomik ve sosyal yapısına uygun olacak biçimde yenilenmesi ve alt yapı ve eğitim desteğinin verilmesi, öğretmenlerin teknoloji kabullerini arttıracak eğitimler ile mümkün olacaktır (Savaş vd., 2011).

Web 2.0 Araçlarının Sınıflandırılması ve Kullanım Alanları

Web 2.0 araçları literatürde farklı araştırmacılar tarafından farklı tanımlara sahip uygulamalar olmakla birlikte, hepsinin görüş birliğinde bulunduğu bazı noktalar vardır. Web 2.0 teknolojileri sosyal medya platformlarında karşımıza çıkmakta ve kullanıcıya içerik oluşturma, paylaşma, etkileşim kurma ve işbirliği yapma imkânı sağlamaktadır. Böylece kişi sadece bilgiyi tüketen konumda olmaz, aynı zamanda bilgiyi yeniden organize edebilir, mevcut materyale kendi dokunuşlarını ekleyebilir, yaratıcılığını kullanabilir ve en önemlisi tüm bunları görsel, video veya ses uygulamalarını kullanarak teknoloji ile yapar (Bennett, Bishop, Dalgarno, Waycott, ve Kennedy, 2012). Hâlihazırda web 2.0 platformlarını kullanma konusunda motive olan günümüz öğreneni için web 2.0 araçları aracılığı ile eğitim materyalleri sunulmasının eğitime katkı sağlayacağı da bir gerçektir. Alanyazında yer alan çalışmalarda web 2.0 araçlarının eğitimde kullanılmasının avantaj ve dezavantajlarına bulgular yer almaktadır (Tablo 1). Eğitimciler olarak web 2.0 araçlarının avantajlarından yararlanarak eğitim öğretimin kalite ve etkililiğini arttırabiliriz.

Tablo 1. Web 2.0 araçlarının eğitimde kullanılmasının avantajları ve dezavantajları (Grosseck, 2009)

Avantajları	Dezavantajları
İstenilen uygulamayı seçme konusunda esneklik sağlaması	İnternet bağlantısı gerektiriyor olması ve uygulama performansının bağlantı hızına bağlı olması
İhtiyaç duyulan yerde ve zamanda bilgiye kolay ve hızlı erişim imkânı sağlaması	Yetişmiş eğitimci ihtiyacı gerektirmesi
Z kuşağının teknoloji kullanım konusunda gerekli bilgiye sahip olması	Geleneksel ders anlatış yöntemini benimsemiş öğretmenlerin derslerde teknoloji kullanımına ilişkin önyargıları
Hâlihazırda eğitime entegre kullanılabilecek birçok web 2.0 aracının kullanımında olması	Uygulama fazlalığının çok fazla olmasının doğru uygulamayı bulmayı zorlaştırması
Öğrenenin ilerleme seviyesini takip etme imkânı sunması	Farklı tarayıcılarda tüm web 2.0 araçlarının aynı performansı vermiyor olması
Bloglar, youtube, wiki'ler gibi birçok ücretsiz eğitim materyaline ulaşma imkânı sunması	Sunulan içeriklerin hepsi güvenilir olmaması ve eğitim amaçlı kullanılabilecek platforma ulaşılma ihtiyacı
Bilginin depolanması sonucu eski bilgiler ile yeni bilginin entegrasyonuna imkân sağlaması	Çoğu yazılımin sınırlı içeriğe ulaşımı ücretsiz sunuyor olması, ileri seviye kullanımda ücret talep edilmesi
İçerik oluşturma imkânı sunarak yaratıcılığı desteklemesi	Farklı kullanıcılar tarafından oluşturulan materyallerin profesyonelliğinin düşük olması
Sadece teknolojiye değil aynı zamanda öğretme ortamına odaklanma imkânı vermesi	Kişisel bilgilerin korunması açısından birçok sitesinin güvenli olmaması
Mevcut işleyişte büyük değişiklikler yapmadan konuya uygun araç bulabilme imkânı	Bazı web 2.0 araçlarının javascript gibi uygulamalara ihtiyaç duyması

Web 2.0 araçlarının eğitimde kullanılmasının pedagojik açıdan ele alabilmek oldukça önemlidir. Teknolojiyi eğitime entegre ederken öğreneni geleceğin iş dünyasına hazırlayabilecek teorik bilginin yanında entelektüel esnekliği kazandırmalı aynı zamanda web 2.0 araçları aracılığı ile inisiyatif/sorumluluk alabilme, merak, hayal gücü, keşfetme yeteneği, yaratıcılık, işbirliği ve iletişim kurma becerilerini de desteklemeliyiz (Grosseck, 2009). Öğretim yöntemimizi değiştirirken öğrencilerin işbirliği yapmasına, içerik

oluşturmada aktif görev almasına imkan oluşturabilir ve bu sayede aktif öğrenmenin gerçekleşmesini sağlayabilecek web 2.0 araçlarının kullanımı konusunda gerekli bilgiye sahip olma avantajını da göz ardı etmemiş oluruz. Burada dikkat edilmesi gereken unsurlardan bir tanesi web 2.0 araçlarının rastgele değil doğru ve planlı şekilde müfredatta yerini almasıdır. Derslerde teknoloji kullanımı (video, animasyon ve görsellerle) ile derse teknoloji entegrasyonu (önceden planlanan ve hazırlanan uygulamalar) birbirinden farklı süreçlerdir. Derste teknoloji kullanımında önceden hazırlanmış plan dahilinde olmayan uygulamalar gelişigüzel konunun bir bölümünde öğrenciye sunulur (öğretmen merkezli). Bu durumda düşük düzey düşünme görevlerinin tamamlanması için teknolojinin kullanımı formalite icabıdır. Derse teknoloji entegrasyonunda ise kullanılacak materyal, dersin hangi aşamasında, hangi kazanımı destekleyeceği öğretmen tarafından önceden belirlenmiştir. Böylece teknoloji kullanımı sınıf ortamının bir parçası olarak öğrenciler tarafından (öğrenci merkezli) planlı ve amaçlı şekilde üst düzey düşünme becerilerinin teşvik edilmesinde kullanılmaktadır (Dinçer, 2020). Eğitimde teknolojinin öğrenim çıktılarına etki yapabilmesi ancak eğitime teknolojinin entegrasyonu ile mümkündür ve bu doğrultuda öğretmenlere, derse teknoloji entegrasyonuna ilişkin verilecek uygulamalı eğitimlerin artması önem kazanmaktadır.

Web 2.0 araçlarının sınıflandırılması

Web 2.0 araçlarını bilgiye ulaşmak, bilgiyi depolamak, sınıflandırmak, analiz etmek, yeni bilgi yaratmak, var olan bilgiyi paylaşmak amacıyla kullanmak mümkündür. Farklı amaçlara uygun web 2.0 araçları oluşturulmuş ve son olarak kullanıcıya sunulmuştur. Web 2.0 aracının öncelikli kullanım amacının bilinmesi dersin hangi aşamasında kullanabileceğimiz konusunda da bizi yönlendirmektedir. Bilgilendirme toplantısı veya online ders işlemek istediğimizde seçeceğimiz araç Zoom veya Google meeting iken konu anlatımında Khan Akademi'den yararlanabilir, ölçme değerlendirme sürecini ise Kahoot aracılığı ile tamamlayabiliriz (Tablo 2.). Bu noktada konunun yapısına, sınıfın seviyesine ve dersin aşamasına uygun aracı tanımak ve seçmek önemlidir.

Tablo 2. Eğitimde web 2.0 araçlarının sınıflandırılması

İçerik Yönetim Sistemleri: Belli bir amaç için oluşturulmuş içeriklerin düzenlenmesini sağlar	Edmodo
Çevrimiçi toplantı: Öğrencilerle bir araya gelmeyi sağlar	Zoom, Google Meeting, Voki (www.voki.com)
Depolama ve Dosya Paylaşımı: Çevrimiçi olarak kişiler ve gruplar arasında dosya paylaşım ortamı sağlayan araçlardır.	Dropbox (www.dropbox.com)
İnteraktif Sunumlar: Öğrencilerin etkileşimde bulunabilecekleri sunumlar hazırlanmasına imkân tanır	Wordwall, prezi
İnteraktif laboratuvar uygulamaları	YÖK Sanal Lab uygulaması, Chemlab, Chemcollective
Çevrimiçi Anket: Bir konuda çevrimiçi görüş alınmasına imkân sağlar.	Googleforms, Survey Monkey (www.surveymonkey.com)
Kavram Haritası & Çizim Araçları: Kavram yanılıgıları için kullanım imkânı sağlar.	MindMeister (www.mindmeister.com), storyboardthat
Animasyon & Video: Konunun somutlaştırılmasına katkı sağlar.	Animoto (www.animoto.com), GoAnimate (www.goanimate.com)
Ölçme değerlendirilmeye yönelik araçlar	Quizizz (www.quizizz.com), Socrative , Kahoot

KİMYA EĞİTİMİNE TEKNOLOJİNİN ENTEGRASYONU

Kimya bilimi günlük hayatımızın her aşamasında farkında olmadan kullandığımız bir bilimdir. Giydiğimiz kıyafetin bileşenleri, yediğimiz yemeğin pişme süresi, arabamızın çalışması ve kullandığımız birçok temizlik malzemesi tüm bunların hayatımızdaki varlığı kimya bilimindeki gelişmelerle birlikte olmakta ve bu alandaki gelişmelerle her geçen gün hayatımıza yeni ürünler girmektedir. Bu doğrultuda kimya bilimini bilmek ve anlamak oldukça önemlidir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin var olan bilgiyi depolama, işleme ve kullanıma açma imkânı sunması bilgiyi evrensel hale getirmiştir. Böylece öğrenenin ve öğretenin her türlü bilgiye anında ulaşması ve üstüne yeni bilgi eklemesi mümkün olmakta bu sayede bilimdeki ilerlemeler hızlanmaktadır (Sari, Hasibuan, Oktaviani, Yakob, ve Nazar, 2023).

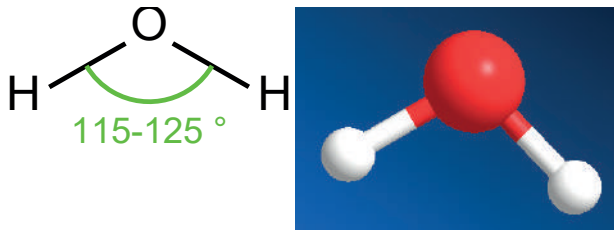
Kimya soyut ve somut kavramları içeren bir bilim dalı olup, soyut kavramların öğrenilmesi konusunda eğitimciler zorluk yaşamaktadır.

Kalabalık sınıflar, öğrenci öğrenme özellikleri, bilgi birikimleri ve öğrenme ihtiyacı yeni öğretim yöntemlerinin hayatımıza girmesine neden olmuştur (Ibáñez-González, ve Mazzuca-Sobczuk, 2018). Özellikle yaparak yaşayarak öğrenme ilkesine dayanan laboratuvar uygulamalarının fiziki koşullarının yetersizliği, kimyasalların yüksek maliyeti ve alanda yetişmiş eğitimci olmaması nedenleri ile yapılamaması sebebiyle kimya konularındaki bazı kavramlar öğrencilere anlatılamamaktadır. Bilim ve teknolojideki hızlı gelişmeler sonucu Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programında da güncelleştirmeler yapılmış, “bilgi ve iletişim teknolojilerinin” kimya öğretiminde kullanımına olan vurgu artırılmış ve konu anlatımlarının üst düzey bilişsel becerileri de yansıtacak şekilde günlük hayatla ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Yine güncel programda öğrencilerin kimya konularından elde ettikleri kazanımları bilişim teknolojilerini kullanarak düzenleyebilmeleri, raporlaştırmaları ve paylaşımlarının amaçlandığı belirtilmektedir. Hâlihazırda web 2.0 araçlarını sosyal medya platformu olarak aktif kullanan günümüz öğrenenin söz konusu tüm süreçleri bildikleri düşünüldüğünde bu bilgilerin kimya eğitimine entegrasyonu biz öğreticilerin üzerinde durması gereken konulardan biridir (Enawaty, 2023). Bir önceki bölümde üzerinde durulan web 2.0 araçlarının teknoloji çağındaki öğrenciler için akıllı telefonları aracılığı ile zamandan ve mekândan bağımsız olarak kullanılabilmesi eğitimciler için büyük bir avantajdır. Sanal laboratuvar ve akıllı zekâ uygulamaları gibi İleri teknoloji web 2.0 araçları öğrencilerin merakını teşvik edecek etkileşimli uygulamalarla özellikle radyoaktivite gibi laboratuvar ortamına taşınması mümkün olmayan durumların gerçekliğe en yakın halinin sanal versiyonunu eğitim dünyasının kullanımına sunmaktadır (Satpute & Bansode, 2016). Alan yazında bu konu üzerine birçok çalışma bulunmaktadır. Fatemah ve arkadaşlarının (2020) yaptıkları çalışmada, etkileşimli 3B görsellerle kimyasal yapıları görselleştirmenin öğrencilerin uzamsal öğrenme süreçlerine pozitif katkısı olduğu sonucuna ulaştıkları görülmektedir. Ayrıca kimya konularının anlatımında etkileşimli içeriklerin kullanılmasının öğrencilerin soyut kavramları öğrenmelerine katkıda bulunduğu (Virata ve Castro, 2019), motivasyonlarını arttırdığı (Acosta vd, 2019), problem tabanlı öğrenmeyi desteklediği (Enawaty, 2023), yaratıcı düşüncelerine katkı sağladığı (Meliboyeva ve Mamajonov, 2023) ve başarılarını arttırdığına yönelik çalışmalar yer almaktadır (Pamularsih ve Haryanto 2020) (Tablo 3).

Tablo 3. İleri Teknoloji Web 2.0 araçlarının kimya konularının öğretiminde kullanılmasının avantajları/dezavantajları (Achuthan vd. 2017; Achuthan vd. 2018; Çolak Yazıcı, 2022).

Avantajları	Dezavantajları
Her yerden her zaman erişilebilir olması	Teknolojik altyapı gerektirmesi
Öğrenenin kendi hızında öğrenmesine imkân sağlaması	Bazı uygulamaların öğrenciyi takip etme imkânı sunmaması
Laboratuvar veya kimyasal madde gerektirmemesi (Düşük maliyet)	Tecrübeli eğitimcinin bulunma güçlüğü
Kimyasal gerektirmemesinin çevreye olan zararın önüne geçmesi	Öğrencinin yaparak yaşayarak öğrenme imkânı olmaması
Yüksek görsel uzamsal zekâ gerektiren kimyasal reaksiyonlar, moleküler simetri, moleküllerdeki süstitüent gruplarının konumu gibi konuların anlatımına imkân sağlaması	El becerisinin gelişmemesi
Etik vb konulardan dolayı yapılamayan özellikle sağlık alanındaki bazı deneylerin gerçekleştirilmesine imkân sağlaması	Her konuya uygun uygulama bulma güçlüğü, Gerçeklikten uzaklaşma

Kimyada moleküler yapılar, kimyasal bağlar ve kimyasal reaksiyonlar öğrenciler için oldukça zorlayıcı konular olup laboratuvar ortamına taşınması da oldukça güç konulardır (Cai vd., 2014; Maier ve Klinker, 2013 Saidin, Halim ve Yahaya, 2019). Bu tür konuların görselleştirilmesi ve özellikle üç boyutlu görseller halinde öğrenciyeye sunulması, öğrenenin günlük hayatta gerçekleşen kavramları öğrenmesi açısından oldukça önemlidir. Aşağıda aynı uygulamanın farklı versiyonları aracılığı ile su molekülünün görselleştirilmiş hali yer almaktadır (Şekil 2.).



Şekil 2. ChemDrive Ultra ve Chem3D Uygulamaları aracılığı ile çizilen su molekülü

Farklı uygulamaların farklı özellikleri ile kimya bilimine ilişkin birçok kavramın öğrencinin anlayabileceği ölçüde sunulmasını sağlayan araçlara

ulaşmak günümüzde oldukça kolay olup söz konusu uygulamaların derse entegrasyonunun yanında konuya uygun materyalin seçilmesi de önemlidir (Enawaty, 2023). Eğitime teknoloji entegrasyonunu içeren birçok yöntem son dönemlerde ön plana çıkmaktadır. Oyun tabanlı öğrenme, Harmanlanmış Öğrenme, İşbirlikli Öğrenme, Proje Tabanlı Öğrenme, Sosyal Medya ile Öğrenme, Otantik Öğrenme ve Mobil cihazlarla öğrenme yöntemleri Covid-19 dönemi ile birlikte sıklıkla kullanılan teknoloji entegrasyon yöntemlerindedir. Kitabımızın bu bölümünde oyun tabanlı öğrenme modeli ve harmanlanmış öğrenme modellerinden ters-yüz sınıf modelinin kimya eğitiminde kullanılmasına ilişkin bilgiler paylaşılacaktır.

Kimya Eğitiminde Oyun Tabanlı Öğrenme Yönteminin Kullanılması

Eğitimde teknoloji kullanmanın ilkelerinden biri öğrenmenin verimini ve etkililiğini arttırmaktır (Lutf, Aftinia, ve Permani, 2023). Oyun tabanlı öğrenme bu ilkeden yola çıkarak öğrenenin ihtiyacına göre ortaya çıkan yöntemlerden biridir. Video oyunu ve oyun içeriğinin bilgiyi geliştirmek ve beceri kazanmak için tasarlandığı aynı zamanda oyuncuya problem çözme kabiliyetine göre ödül veren uygulamalar aracılığı ile öğrenmenin sağlandığı öğretim yöntemine Oyun tabanlı öğrenme denir. Oyun tabanlı öğrenmede hazırlanacak öğrenme içeriği ile eğlence arasında denge olması gerektiği gibi öğrencinin yeteneği/ön bilgisi ile oyundaki görev zorluğunun da birbirine yakın olması gerekir. Öğrenenin yapabileceğinden zor görevler içeren oyunlar, öğrencide kaygı uyandırabileceği gibi kolay görevler ise sıkılmasına neden olabilecektir. Oyun tabanlı öğrenmede hedeflenen kazanımın elde edilebilmesi için eğlenme, rekabet ve motivasyonun aynı anda seçilen uygulamada yer alması gerekmektedir, bilgi ise bu unsurlarla dengeli olarak sunulmalıdır. Oyun tabanlı öğrenme ortamında oyuncunun ilerleyen zorluk derecesine göre ulaşmaya çalıştığı bir amacının olmasının yanında, amaca ulaşmanın belirli kurallar çerçevesinde gerçekleşmesi oyuncuya anında ve yapılandırıcı dönüt sağlanabilecek etkileşimli öğrenci kontrolünde uygulamalar olması gerekmektedir. Pedagojik olarak öğrenmeye uygun oyunlar seçilmesine dikkat edilmeli aynı zamanda kişinin ilgisini çekmeyen, gerilim hissetmediği veya arada sürprizlerle pekiştirilmediği oyunları da tercih etmedikleri bilinmektedir (Licsatyadharma, Fernandez, Jeffina ve Udjaja, 2023; Naumoska, Dimeski, ve Stojanovska, 2023; Şendağ, 2021). Lenhart ve arkadaşları tarafından 2008 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada 12-17 yaş aralığındaki gençlerin %97'sinin bilgisayar, web aracı, taşınabilir uygulamalar ve konsol oyunları aracılığı ile oyun oynadıkları görülmüştür. Bazı web ortamında oynanan oyunlar aracılığı ile bireyin sosyalleşmesinin

mümkün olduğu bilinmekte, oyunların bireyi aktif öğrenen olarak sürece dâhil ettiği böylece oyuncunun oyunun kurallarını ve oyunu kazanmak için gereken farklı yetkinlikleri süreç içinde öğrendikleri ve bu bilgilerini gerçek dünyada kullanabildikleri de bilinmektedir (Liesatyadharna, Fernandez, Jeffina ve Udjaja, 2023). Sosyal medya platformu veya oyun oynama amacı ile web 2.0 platformunu kullanan birey bu tür uygulamaların rekabet ve işbirliğini bir arada sunması nedeni ile öğreneni pasif konumdan aktif öğrenen konumuna taşımakta ve bu sayede birey birçok kazanım elde etmektedir. Öğrencinin karmaşık problem çözme becerisi, yaratıcı düşünme becerisi, bilgi teknolojilerini kullanma becerisi, çok yönlü düşünme becerisi ve eleştirel düşünme yeteneği artmakta, aynı zamanda oyunların eğitim amaçlı kullanılması, video oyunları çağında yetişen yeni nesil öğrencilerini de motive etmektedir (Hwang, Chiu, ve Chen, 2015). Aşağıda periyodik tablo konusuna uygun olarak hazırlanmış eşleştirme, bulmaca, gameshow test ve köstebek oyunu olmak üzere 4 farklı oyun yer almaktadır (Şekil 3). Uygulama aracılığı ile öğretmen tarafından verilen teorik bilgiler öğrenci tarafından eğlenceli bir ortamda tekrar edilerek yapılandırmacı dönütler aracılığı ile pekiştirilerek kalıcı öğrenmenin sağlanması mümkündür.



Şekil 3. Wordwall aracı ile hazırlanan 4 farklı kimya oyunu.

McSharry ve Jones (2000) elementler, bileşikler ve karışımlar, metaller, ametaller, kimyasal reaksiyonlar konularının öğrencinin sırtına bir resim veya kelime yapıştırılması ve diğer arkadaşlarının maksimum 20 kapalı uçlu soru ile resim veya kelimenin ne olduğunu bulma esasına dayalı 20 soru oyunu ile öğretilbileceğini belirtmiştir. Alanyazında yapılan farklı

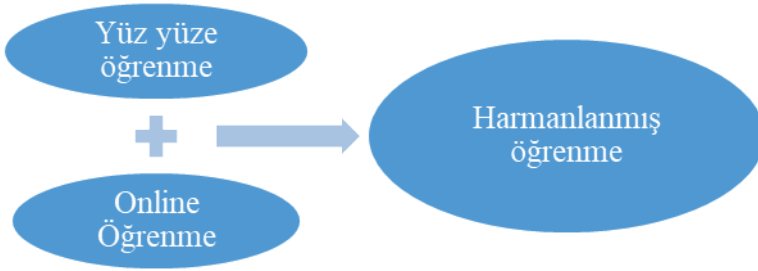
çalışmalarda ise element sembolleri ve periyodik tablo öğretiminde kes-yapıştır, zar oyunu, bulmaca ve tombala oyunu vb. birçok oyunun etkisi araştırılmıştır (Aycan, Türkoğuz, Sarı, ve Kaynar, 2002; Franco-Mariscal, Oliva-Martínez, ve Almoraima Gil, 2015; McSharry ve Jones 2000). Bayat, Kılıçaslan ve Şentürk (2012) “Periyodik Tabloda Köşe Kapmaca” oyununun 7. Sınıf öğrencilerinin başarıları üzerine etkisi araştırılmış, oyun tabanlı yöntemin kullanıldığı grubun başarısının daha yüksek olduğu sonucu elde edilmiştir. Peker ve Taş (2017) tarafından yapılan çalışmada Nesnel ve Dijital “Uygula Öğren Periyodik Cetvel” Materyalinin Öğrenci Başarısına Etkisinin Araştırılmış olup dijital uygula öğren periyodik cetvel materyalini kullanan öğrencilerin başarı ve motivasyonları üzerine etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür. Tinambunan ve Orongan, (2023) tarafından yapılan çalışmada kahoot ve edpuzzle gibi uygulamaların oyun tabanlı öğrenmede kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonlarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kimya oyun uygulamaları; Professor Why™: Chemistry 1: öğrencilerin sanal laboratuvar uygulaması aracılığı ile etkileşimli ortamda deney yapabileceği bir oyundur. HoloLAB Champions: Sanal gerçeklik uygulaması aracılığı ile öğrencinin kimya deneylerini yapabileceği bir oyun platformudur. Edpuzzle, Wordwall, Kahoot vb birçok platform aracılığı ile kimya konularına uygun oyun hazırlanabilir veya öğrencilerin oyun hazırlaması istenebilir.

Kimya konuları için hazırlanacak oyunun hangi hedefe yönelik planlanması gerektiğinin önemli olduğu gibi dersin hangi aşamasında kullanılacağı da önemlidir. Eğitsel oyunlar konu dersin başında dikkat çekme veya ön bilgilerin hatırlanması amaçlı kullanılabileceği gibi dersin içinde veya dersin sonunda konunun pekiştirilmesi veya dersin değerlendirilmesi amacıyla da kullanılabilir. Ayrıca ders dışı etkinliği olarak verilen oyunlar ise öğrencinin konuyu ders dışında da pekiştirmesine imkân sağlayarak aktif öğrenme ortamı oluşturulması mümkündür. Bu noktada öğretmen, daha önceden hazırlanmış bir oyunu eğitsel amaçlı kullanabileceği gibi kendisi de konuya uygun bir oyun hazırlayarak kullanabilir veya öğrencilere oyun içeriği hazırlatarak yaratıcılıklarının artmasına katkı sağlayabilir. Önemli olan, hazırbulunuşluk düzeyleri, gelişim özellikler yaş ve becerilerine uygun eğitsel oyunların seçilmesidir.

Kimya Eğitiminde Ters-Yüz Sınıf Modelinin Kullanılması

Ters yüz sınıf modeli sınıf içerisinde gerçekleştirilen öğrenme ile çevrimiçi öğrenme etkinliklerinin planlı programlı bir şekilde bütünleştiği harmanlanmış öğrenme türlerinden biridir (Şekil 4)(Staker & Horn, 2012).



Şekil 4. Harmanlanmış öğrenme bileşenleri (Staker & Horn, 2012)

Ters yüz sınıf modeli öğrenci merkezli bir öğretim stratejisi olup amaç öğrenenin teorik bilgileri çevrimiçi materyaller aracılığı ile kendi öğrenme hızında ve öğrenme ortamında öğrenmesi, yüz yüze eğitim sırasında ise üst düzey problemlerin çözümüne imkân sağlayan bir sınıf ortamı oluşturulmasıdır (Bergmann & Sams, 2012). Grup tabanlı problem çözme aktivitelerinin yapıldığı, davranışçı ve yapılandırmacı yaklaşımların bir arada bulunduğu pedagojik bir modeldir (Çakır ve Yaman 2017). Ön bilgileri kendi öğrenme ihtiyacına uygun şekilde yapılandıran öğrenci öğretmene sınıf ortamında etkinlik yapma, farklı materyalleri kullanma, eşit öğrenme hızına sahip olmayan öğrencilerle ilgilenme imkânı tanır (Strayer, 2012). Böylece öğretmen bilgiyi hazır sunan öğretici konumundan çıkarak bilginin yapılandırmasına yardımcı olan rehber konumuna geçmekte, aynı zamanda öğrencinin öğrenme sürecinin tamamında sorumluluk alması ve derse katılması aktif öğrenmenin gerçekleşmesini sağlamaktadır. Diğer öğrenme türlerinde olduğu gibi ters yüz sınıf modelinde de önceden planlama yapılması ve bir plan çerçevesinde modelin uygulanması başarının temel şartıdır. Modelin etkin şekilde kullanılması için sahip olması gereken özellikler;

1. Öğrencinin sürece aktif katılımının sağlanması
2. Ödev ve sınıf içinde gerçekleştirilen süreçlerin yer değiştirmesi
3. Öğrenme sürecinde teknolojinin sürece dahil edilmesi
4. Sunulan e-öğrenme içeriğinin konu ve gerçek hayatla ilişkili olması
5. Sınıfta öğrencinin problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerine katkı sağlayacak etkinliklere yer verilmesi şeklinde sıralanabilir (Davies, Dean ve Ball 2013).

Sanal laboratuvarlar belirli kavramları öğrenmek veya açıklamak amacı ile oluşturulmuş etkileşimli, dijital simülasyonlar olup ters yüz sınıf modelinde sıklıkla kullanılan platformlardandır. Etkileşimli uygulamalar olması öğrenciye hata yapma imkânı sağlayarak konuyu yapılandırmasına imkân

tanınmaktadır. Kavitha ve Anitha (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sanal laboratuvar uygulamalarının entegre edildiği ters yüz sınıflar ile sanal laboratuvarların entegre edilmediği ters yüz sınıf modellerinin öğrencilerin düşün, tasarla, uygula, çalıştır yaklaşımı özelliklerine katkısının daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda ters yüz sınıf modelinde uygulanacak etkileşimli içeriklerin önemi ön plana çıkmaktadır. Konu anlatımında seçilecek içerikler öğretmen tarafından hazırlanabileceği gibi konu anlatımlarını içeren ters yüz sınıf modeline uygun birçok siteden faydalanmak mümkündür (<https://www.khanacademy.org/>)

KAYNAKLAR

- Achuthan, K., Francis, S. P., & Diwakar, S. (2017). Augmented reflective learning and knowledge retention perceived among students in classrooms involving virtual laboratories. *Education and Information Technologies*, 22, 2825–2855.
- Achuthan, K., Kolil, V. K., & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 23, 2499–2515. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9727-1>.
- Acosta, J. L. B., Navarro, S. M. B., Gesa, R. F., & Kinshuk, K. (2019). Framework for designing motivational augmented reality applications in vocational education and training. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(3), 102–117. <https://doi.org/10.14742/ajet.4182>
- Aycan, S., Türkoğuz, S., Sarı, E. & Kaynar, Ü. (2002). Periyodik cetvelin ve elementlerin tombala oyun tekniği ile öğretimi ve bellekte kalıcılığının saptanması. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Milli Eğitim Bakanlığı, 61, Ankara.
- Bennett, S., Bishop, A., Dalgarno, B., Waycott, J., & Kennedy, G. (2012). Implementing Web 2.0 technologies in higher education: A collective case study. *Computers & education*, 59(2), 524-534. doi:10.1016/j.compedu.2011.12.022.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2008). Remixing chemistry class. *International Society for Technology in Education*, 36 (4) 22-27.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.018>
- Conole, G. & Alevizou, P. (2010). A literature review of the use of web 2.0 tools in higher education. Retrieved 10 August, 2011, from http://www.heacademy.ac.uk/assets/EvidenceNet/Conole_Alevizou_2010.pdf
- Çakır, E., & Yaman, S. (2017). Fen bilimleri dersinde ters yüz sınıf uygulamalarının öğrencilerin fen başarıları ve zihinsel risk alma becerilerine etkisi. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(2), 130-142.
- Çolak Yazıcı, S. Ve Gündoğdu, B. (2023). Kimya Öğretmenlerinin Derslerinde Teknoloji Kullanımı Ve Ters-Yüz Sınıf Modeli Kullanım Durumlarının İncelenmesi, Karadeniz 12th International Conference On Applied Sciences March 3-5, 2023 Rize
- Çolak Yazıcı, S. (2022). Kimya Konularında Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Kullanımı İle İlgili Tezlerin Betimsel İçerik Analizi Yöntemi ile İncelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22 (4), 1379-1396. DOI: 10.17240/aibuefd.2022.22.74506-1100588

- Davies, R.S., Dean, L. & Ball, N. (2013). Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. *Education Technology Research and Development*, 61(4), 563-580.
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/24900810.2307/249008>.
- Dinçer, S. (2020). *Öğretim Teknolojileri*, Ankara, Pegem Akademi
- Elmas, R., & Geban, Ö. (2012). 21. Yüzyıl Öğretmenleri için Web 2.0 Araçları. *Uluslararası Çevrimiçi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 4 (1).
- Elmas, R., Demirdöğen, B, & Geban, Ö. (2011). Preservice chemistry teachers' images about science teaching in their future classrooms. *Hacettepe University Journal of Education*, 40, 164-175.
- Enawaty, E. (2023). Development of Basic Chemistry E-Module Based on Problem-Based Learning for Chemistry Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2), 568-573.
- Fatemah, A., Rasool, S., & Habib, U. (2020). Interactive 3D visualization of chemical structure diagrams em-bedded in text to aid spatial learning process of students. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 992- 1000. <https://doi.org/10.1021/acs.jchem.ed.9b00690>Fitriani.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., & Almoraima Gil, M. L. (2015). Students' perceptions about the use of educational games as a tool for teaching the periodic table of elements at the high school level. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 278- 285. <https://doi.org/10.1021/ed4003578>
- Grosseck, G. (2009). To use or not to use web 2.0 in higher education?. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 478-482.
- Horzum, M. B. (2010). Öğretmenlerin web 2.0 araçlarından haberdarlığı, kullanım sıklıkları ve amaçlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 603-634.
- Hwang, G.J., Chiu, L.Y., & Chen, C.H. (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13-25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.09.006>
- Ibáñez-González, M. J., & Mazzuca-Sobczuk, T. (2018). Active Methodologies in Chemistry. In *Proceedings* 2(21), 13391355. <https://doi.org/10.3390/proceedings2211339>
- Joag, S. D. (2014). An effective method of introducing the periodic table as a crossword puzzle at the high school level. *Journal of Chemical Education*, 91(6), 864-867.

- Kavitha, D., & Anitha, D. (2023). Virtual Lab Integrated Flipped Class for Effective Implementation of CDIO Framework in a Theory Course–A Case Study. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36 262-268.
- Kayaduman, H., Sirakaya, M., & Seferoğlu, S. S. (2011). Eğitimde FATİH projesinin öğretmenlerin yeterlilik durumları açısından incelenmesi. *Paper presented at the meeting of Akademik Bilişim, Malatya, Turkey.*
- Kıyıcı, F. B. (2010). The definitions and preferences of science teacher candidates concerning web 2.0 tools: A phenomenological research study. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(2), 185-195.
- Lenhart, A., Kahne, J., Middaugh, E., Evans, C., & Vittek, J. (2008). Teens' gaming experiences are diverse and include significant social interaction and civic engagement. *Pew Internet and American Life Project Report.*
- Liesatyadharma, S., Fernandez, S. E., Jeffina, M., & Udjaja, Y. (2023). Holoreact: chemistry experiment game with hologram based to enhance learning on senior high school level. *Procedia Computer Science*, 216, 453-461.
- Lutf, A., Aftinia, F., & Permani, B. E. (2023). Gamification: Game as a medium for learning chemistry to motivate and increase retention of student learning outcomes. *JOTSE*, 13(1), 193-207.
- Maier, P., & Klinker, G. (2013). Augmented chemical reactions: An augmented reality tool to support chemistry teaching. In *2013 2nd Experiment@International Conference (exp. at'13)* (pp. 164–165). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ExpAt.2013.6703055>
- MEB(2018). Ortaöğretim kimya dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar), Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara,.
- MEB. (2018). Kimya dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. sınıflar). *Millî Eğitim Bakanlığı*. <http://mufredat.meb.gov.tr/> adresinden 04.03.2023 tarihinde erişilmiştir.
- Meliboyeva, G. S., & Mamajonov, M. (2023). Use Of Interactive Methods In Chemistry Education System. *Open Access Repository*, 9(2), 34-38.
- Naumoska, A., Dimeski, H., & Stojanovska, M. (2023). Using the Escape Room game-based approach in chemistry teaching. *Journal of the Serbian Chemical Society*. 1-13. <https://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0352-51392200088N>
- Peker, E. A., & Erol, T. A. Ş. (2017). Nesnel ve dijital “Uygula Öğren Periyodik Cetvel” materyalinin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 5(1), 20-42.
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2019). Framework for developing a mobile augmented reality for learning chemical bonds. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 13(7), 54. <https://doi.org/10.3991/ijim.v13i07.10750>

- Sari, R. P., Hasibuan, M. P., Oktaviani, C., Yakob, M., & Nazar, M. (2023). Development of electronic learning chemistry assessment applications through project-based learning for increasing student scientific performance. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 11(1), 191-205.
- Staker, H., & Horn, M. B. (2012). Classifying K–12 blended learning. http://192.248.16.117:8080/research/bitstream/70130/5105/1/BLENDED_LEARNING_AND_FEATURES_OF_THE_USE_OF_THE_RO.pdf
- Strayer, J. F. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environments Research*, 15(2), 171–193. Doi: 10.1007/s10984-012-9108-4
- Şendağ, S. (2021). Öğretim Teknolojileri. *Etkili ve Eğlenceli Öğrenme Deneyimi Tasarım Rehberi* Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık
- Tinambunan, S. R. N., & Orongan, M. J. Q. (2023). Game-based learning on students' motivation and academic achievement in science 9. *MPS*, 10, 20-19.
- UNESCO, (2020). Education: From disruption to recovery. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization <https://web.archive.unesco.org/web/20220629024039/https://en.unesco.org/covid19/educationresponse/> (Erişim Tarihi: 10.02.2023)
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Virata, R. O., & Castro, J. D. L. (2019). Augmented reality in science classroom: Perceived effects in education, visualization and information processing. *In Proceedings of the 10th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning. IC4E '19* (pp. 85–92). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3306500.3306556>
- Vishnu, S., Sathyan, A. R., Funk, C., Sam, A. S., Radhakrishnan, A., Ragavan, S. O., & Kandathil, J. V. (2022). Digital competence of higher education learners in the context of COVID-19 triggered online learning. *Social Sciences & Humanities Open*, 100320-100329. <https://doi.org/10.1016/j.ssho.2022.100320>
- Yavuz, S. (2017). Kimya eğitimi alanında kavram yanlışları ile ilgili tamamlanmış tezler üzerine bir içerik analizi: Türkiye örneği (2005-2015). *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(3), 957-974.
- Yousafzai, S.Y., Foxall, G.R. and Pallister, J.G. (2007). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1. *Journal of Modelling in Management*, 2 (3), 251-280. <https://doi.org/10.1108/17465660710834453>