



## “Saf Madde ve Karışımlar” Ünitesinde 2D ve 3D Teknoloji Destekli Modellemeye Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve 21.Yüzyıl Becerilerine Etkisi\*

### The Effect of Teaching Based on 2D and 3D Supported Modeling on Students' Academic Achievement and 21st Century Skills in “Pure Substances and Mixtures” Unit

Sümeyye Dinç Bilgin<sup>1</sup>  Yusuf Zorlu<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Öğretmen, Bil Koleji, Kütahya, Türkiye

<sup>2</sup> Doç. Dr., Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Kütahya, Türkiye

#### Makale Bilgileri

##### Geliş Tarihi (Received Date)

25.05.2023

##### Kabul Tarihi (Accepted Date)

14.11.2023

##### \*Sorumlu Yazar

Yusuf Zorlu

Kütahya Dumlupınar  
Üniversitesi, Eğitim  
Fakültesi,  
Merkez/Kütahya,

[yusuf.zorlu@dpu.edu.tr](mailto:yusuf.zorlu@dpu.edu.tr)

**Öz:** Bu çalışmada “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesinde 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21. yüzyıl becerilerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ön test ve son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim gören 43 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Deney grubu 22 öğrenci (9 kız ve 13 erkek) ve kontrol grubu 21 öğrenciden (9 kız ve 12 erkek) oluşmaktadır. Yapılan çalışmada; “Akademik Başarı Testi (ABT)” ve “21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)” veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ölçeklerden elde edilen verilere betimsel ve kestirimsel istatistik analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubunda uygulanan 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesindeki bilgileri öğrenmelerinde ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda fen bilimleri dersi kapsamında 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönetimi uygulanmalarının ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerine ve akademik başarılarına olumlu yönde etki gösterdiği saptanmıştır. 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönetiminde etkinlik uygulamalarının gerçekleştirilmesi ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını artırmakta ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmektedir. Araştırmanın sonucundan hareketle farklı teknolojik uygulamalar ile desteklenen modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulanmasıyla yapılacak çalışmaların ilgili alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Animasyon, artırılmış gerçeklik, modellemeye dayalı öğretim, simülasyon, 21. yüzyıl becerileri

**Abstract:** In this study, it is aimed to determine the effect of 2D and 3D supported modeling-based teaching on students' academic achievements and the 21st century skills in the "Pure Substances and Mixtures" unit. Pre-test and post-test semi-experimental research method with control group were used. The sample of the study consists of 43 secondary school students in the 7th grade of a state secondary school. The experimental group consisted of 22 students (9 females and 13 males) and the control group consisted of 21 students (9 females and 12 males). "Academic Achievement Test (AAT)" and "21st Century Skills Scale (TCSS)" were used for data collection. Descriptive and predictive statistical analyses were performed on the data obtained from the scales used in the research. According to the results, it was concluded that the teaching method based on 2D and 3D supported modeling applied in the experimental group was effective in learning the information in the "Pure Substances and Mixtures" unit and developing the 21st century skills. Hence, it was determined that the applications of instructional management based on 2D and 3D supported modeling within the scope of science course had a positive effect on the secondary school students' 21st century skills and their academic achievements. The realization of activity practices in instructional management based on 2D and 3D supported modeling increases the secondary school students' academic success and strengthens the 21st century skills. Based on the results of this study, further research to be carried out by applying the modeling-based teaching method supported by different technological applications will contribute to the relevant literature.

**Keywords:** Animation, augmented reality, modeling-based teaching, simulation, 21st century skills

Dinç Bilgin, S. ve Zorlu, Y., (2023). “Saf madde ve karışımlar” ünitesinde 2d ve 3d teknoloji destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 25(4), 601-616. <https://doi.org/10.17556/erziefd.1302334>

#### Giriş

Günümüz bilgi toplumu değişen dünyaya ayak uydurabilmek için büyük bir yenilenme süreci geçirmektedir (Meder, 2001). Bu yenilenme süreci bilgi, devamlı öğrenme ve bilgi edinme yollarını da beraberinde değiştirmekte ve yeni çağa uygun insan modelinin yetiştirilmesini gerekli kılmaktadır. Yaşadığımız yeni çağa uygun insan modelinin şekillendirilmesi konusunda en önemli rolü eğitim sistemleri üstlenmektedir. Gelişen eğitim sistemi ile bireylerin üst düzey becerileri kullanarak bilgiye ulaşmaları amaçlanmaktadır (Cesur, 2011). Bireylerin üst düzey zihinsel süreç becerilerini kazanabilmeleri etkili öğrenme yaşantıları geçirmeleriyle gerçekleşir (Zorlu, 2016; Zorlu, Zorlu ve Dinç, 2019). Öğrenme yaşantıları, bireylerin bilimsel düşünme, etkileşimde

bulunma ve öğrenme sürecinden sorumlu olmalarını sağlar. Bireylerde öğrenme süreci, sorgulama ve araştırma yapılan ortamlarda kullanılan öğrenme model, yöntem ve tekniklerin doğru seçimi ile de ilişkilidir. Etkili bir öğrenme için öğretimde kullanılacak öğrenme model, yöntem ve teknik seçimlerinin konuya olan uygunluğu da oldukça önemlidir (Aydede ve Matyar, 2009; Bonwel & Eison, 1991).

Yakın zamanda yapılan araştırmalar incelendiğinde ortaokul kademelerindeki öğrencilerin fen ile ilgili kavramları, genellemeleri, kuramları ve kanunları öğrenmede zorlandıkları ön plana çıkmıştır (Bischoff, 2006; Demircioğlu, Demircioğlu, Kongur ve Ayas, 2004; Er Nas, 2013; Halloun, 2006; Ural-Keleş, 2009). Öğrenmede zorluk çekilen konulardan biri de “saf maddeler ve karışımlar” konusudur. “Saf madde ve karışımlar” konusunda çok fazla soyut ifadeler (Kavramlar,

\* Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazara ait yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Teoriler, Kuramlar) ve kanunlar yer almaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Saf maddeler ve karışımlar konusunda sınıf ortamında gerçek yapılarının gösterilmesi mümkün olmayan “atom”, “elektron”, “proton”, “atomik yapı”, “moleküler yapı”, “karışımın mikro yapısı”, “çözeltinin mikro yapısı” gibi birçok konu yer almaktadır. Bu konuların modellemeye dayalı öğrenme ile zihinde canlandırılması ve 2D ve 3D teknolojiler yardımıyla sınıf ortamına görsellerinin getirilmesinin mümkündür. Yukarıda ifade edilen nedenlerden dolayı araştırmamızda “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesi tercih edilmiştir.

Fen bilimleri derslerinde konu ve kavramların öğreniminde modellerin ve modellemenin önemli bir yeri vardır (Gilbert & Boulter, 1998; Harrison & Treagust, 1996, 1998; Ramandas, 2009). Bireysel ya da grup ile şekillendirilen öğrenme ortamlarında modellemeye dayalı öğrenim ile düşünce deneyleri, yapısal eşleştirme ve nedensel diyagram gibi beceriler kazandırılabilir (Halloun, 2006; Halloun, 2007; Justi & Gilbert, 2002; Ünal-Çoban, 2009). Eski çağlardan günümüze kadar gelen örnekler incelendiğinde, karmaşık bilgilerin anlaşılabilirliğinin modelleme ile arttığı gözlemlenmiştir (Aydın ve Özgürtaş, 2007). Öğretim gerçekleştirilirken modelleme kullanılması, bilgi öğrenimi ve kalıcılığı artırarak bireylerin yeni öğrendiği bilgileri anlamlandırmasını sağlamaktadır (Durmuş ve Kocakulah, 2006). Fen eğitiminde modelleme sürecinde problem karşısında uygun model ve teori kurularak kontrollü araştırma veya gözlemlerden veriler elde edilir. Ardından problem durumunun çözümünde kurulan modelin uygunluk ve kullanışlılığı test edilir ve bireye kazandırılacak beceriler birbirinden ayrılır (Windschitl, Thompson & Braaten, 2007). Modelleme süreci ve modellemeye dayalı öğretim birbiri ile daima ilişkili olarak ilerler (Develaki, 2007; Zorlu ve Zorlu, 2020). Modellemeye dayalı öğretimin önemli özellikleri arasında analogi yaparak zihinsel modeller oluşturma vardır. Bu yolla, nedensel diyagram ile ifade edilmek istenen kavramın analizi sağlanmış olmaktadır (Ünal-Çoban, 2009; Satchwell, 1996; Seel, 2001, 2003). Modellemeye dayalı fen öğretimi öğrencilerin konu içeriğini ilişkilendirerek anlama ve karşılaştıkları sorunları çözme, bilimsel metotlarla uyumlu bir şekilde konular hakkında fikirler geliştirme imkânı sağlar (Lehrer & Schauble, 2005; Schwarz & White 2005; Windschitl, Rose, Stalkfleet & Smith, 2008). Böylece farklı eğitim seviyelerindeki öğrencilerin bulunduğu eğitim programları ile bilimsel teori ve uygulamalarıyla ilgili becerilerin geliştirilmesi için gerekenleri kazandırılmaya çalışılır (Halloun, 2006, 2011).

Günümüzde öğretim programları incelediğinde bireylerin yaparak ve yaşayarak gerçekleştirdikleri öğrenme ortamlarında bilgi edinme zorluklarının giderildiği ve günlük yaşamda elde edilen bilgileri kullanarak problemleri daha rahat çözebildikleri görülmektedir (Ünal-Çoban, 2009). Söz konusu bu durumun sağlanması öğrenme ortamlarında teknolojik gelişmelerden yararlanılmasıyla da üst düzeye çıkarılabilir. Çünkü teknolojik gelişmeler ile var olan bilginin ezbere dayalı ve doğrudan öğrenilmesi yerine 2D ve 3D teknolojilerin içerden animasyon, simülasyon, artırılmış gerçeklik, sanal gerçekliklerden yararlanılarak oluşturulması söz konusudur ve bu durum tam öğrenmeyi sağlamaktadır (Altaş, 2016; Tomi & Rambli, 2013; Türkmenoğlu, 2013; Wu, Lee, Chang & Liang, 2013; Yavuz, 2015). Fen eğitiminde 2D ve 3D teknolojiler ile bilgilerin öğrenilmesinde ses, grafik, multimedya araçlarının ve öğrenme sürecinin fiziksel ve zihinsel olarak aktif bir şekilde gerçekleşmesi için

modellerinin kullanılması önemli bir etken (modeller yardımıyla güncel teknolojilerin öğrenme ortamına aktarılması için unsur) oluşturmaktadır (Çelik, 2019; Pringle, 2004). Bu alanda kullanılan öğretim materyallerinden biri olan animasyonlar, çizilen veya canlandırılan nesnelerin hareketi ile oluşmaktadır (Burke, Greenbowe & Windschitl, 1998). Başka bir öğretim materyali ise simülasyondur. Bu yöntemin temelinde yaparak öğrenme ve hayata geçirme prensibi vardır. Simülasyonda konu ve kavramların öğrenimi simülasyonlar ile canlandırılarak öğrencilerin müdahalesiyle değişikliklerle bulunularak yapılmaktadır (Minaslı, 2009). Etkili bir öğrenme için eğitim ortamlarında kullanılan gerçeklik teknolojileri araştırmacıların dikkatini çeken bir unsur haline gelmiştir (Korucu, Usta, & Yavuzaslan, 2016). Eğitim dünyasında büyük bir potansiyelle var olan ve zamanla her disiplinde kendine yer edinmiş bir şekilde kullanılan artırılmış gerçeklik teknolojisi, içerikle birlikte interaktif unsurlar arasındaki bağlantıları güçlü bir etkileşim bağı ile üç boyutlu olarak sunan gerçeklik teknolojilerinden biridir (Azuma, 1997; Luckin & Fraser, 2011).

İlgili alanyazında 2D ve 3D teknolojilerinin öğretime olumlu katkıları olduğu görülmektedir (Altaş, 2016; Barab, Hay, Barnett & Keating, 2000; Barani, 2014; Boyacı, 2016; Bujak, Radu, Catrambone, MacIntyre, Zheng & Golubski, 2013; Çamloğlu, 2014; Daşdemir & Doymuş, 2012; Demirkan, 2017; Eryiğit, 2018; Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006; Lin, Duh, Li, Wang & Tsai, 2013; Méheut, 2004; Özcan, 2015; Öztürk, 2011; Öztürk, 2014; Tomi & Rambli, 2013; Türkmenoğlu, 2013; Wu, Lee, Chang & Liang, 2013; Yavuz, 2015). Bu doğrultuda 2D ve 3D teknolojilerinin animasyon, simülasyon ve artırılmış gerçeklik uygulamaları, modellemeye dayalı öğrenmede olduğu gibi öğrencilerin önbilgilerinden yola çıkarak günlük hayatla ilişkilendirmelerini veya bir başka konuya uygulamalarını gerektiren süreçlerde kullanılabilir. Ayrıca 2D ve 3D teknolojilerinin içerik ve uygulama geliştirmenin zor olduğu kısımlarda ise modellemeye dayalı öğrenmenin aşamalarından yararlanılabilir. Bu bağlamda ilgili literatür değerlendirildiğinde modellemeye dayalı öğretim ile 2D ve 3D teknolojilerinin uygulamalarının birbirini destekleyeceği anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda ortaokul öğrencilerinin 2D ve 3D teknolojileri ile destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma bu durumun sağlanması ve alan yazısına büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çünkü bireylere gelişen teknoloji ve çağa uygun içerikler akademik başarının gelişmesinde ve 21.yüzyıl becerilerinin bireye kazandırılmasında oldukça önemli bir konuma sahiptir. Yapılan bu araştırmanın bu alanda yapılacak diğer araştırmalara da yardımcı olacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesinde 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına ve 21.yüzyıl becerilerine etkisi var mıdır?” araştırma problemine yanıt aranmıştır.

#### **Araştırmanın Alt Problemleri**

1. “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesinde 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi var mıdır?”
2. “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesinde 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin öğrencilerin 21.yüzyıl becerilerine etkisi var mıdır?”

**Tablo 1.** Araştırmanın deneysel deseni

Gruplar		Ön Testler	Uygulama	Son Testler
Deney (DG)	Grubu	Akademik Başarı Testi (ABT) 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)	2D ve 3D Teknoloji Uygulama Destekli Modellemeye Dayalı Öğretim Yöntemi	Akademik Başarı Testi (ABT) 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)
Kontrol (KG)	Grubu	Akademik Başarı Testi (ABT) 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)	Mevcut Öğretim Yöntemi	Akademik Başarı Testi (ABT) 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)

## Yöntem

Bu çalışmada nicel araştırma yaklaşımına ait ön test ve son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Yarı deneysel araştırma deseni, önceden yansız atama ile oluşturulan deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test uygulamalarının yapıldığı ve neden sonuç ilişkisinin araştırıldığı araştırma modelidir (Creswell, 2008; Wallen & Fraenkel, 2001). Bu araştırma 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretimin yapılmasının öğrencilerin akademik başarılarına ve 21. Yüzyıl becerilerine etkisini incelediğimizden ön test ve son test deney ve kontrol gruplu yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada uygulanan yarı deneysel desen Tablo 1.'de verilmiştir.

## Evren ve Örneklem

Araştırmanın hedef evreni Türkiye’de Batı Anadolu’da İlçe merkezinde MEB’e bağlı devlet ortaokullarının 7. sınıfında öğrenim gören öğrencilerdir. Araştırmanın örneklemini basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmada uygulama yapılacak okul basit seçkisiz örnekleme yöntemi ile rastgele belirlenmiştir. Belirlenen ortaokuldan rastgele iki şube seçilerek bir deney diğeri kontrol olarak belirlenmiştir. Araştırmanın örneklemini MEB’e bağlı bir devlet ortaokulunun 7. sınıfında öğrenim gören 43 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenciler 25 erkek ve 18 kız öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubu 22 öğrenci (9 Kız ve 13 Erkek) ve kontrol grubu 21 öğrenciden (9 Kız ve 12 Erkek) oluşmaktadır.

## Veri Toplama Araçları

Araştırmada Akademik Başarı Testi (ABT) ve 21.Yüzyıl Becerileri Ölçme Ölçeği (YBÖÖ) veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

## Akademik Başarı Testi (ABT)

Araştırmada Doymuş (2012) tarafından geliştirilen ve “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesine ait olan akademik başarı testi alınarak ünitenin güncellenmesinden dolayı yeniden düzenlenmiştir. Ünite konularına uygun bir şekilde yeni soruların da eklenmesiyle revize edilmiş olan test soruları alanında uzman iki fen eğitimcisi tarafından incelenmiştir. Sorulara uzmanlar tarafından verilen dönütler alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Son hali verilen Akademik Başarı Testi (ABT) “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesinin öğretimine katılmış olan 62 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulama ile testin KR20’ye göre güvenilirliği belirlenmiş ve güvenilirlik katsayısı 0.86 olarak bulunmuştur. ABT “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesini kapsayan 25 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Bu çalışmada her soru 4 puan olmak üzere toplamda 100 puan üzerinden değerlendirilme yapılmıştır.

## 21.Yüzyıl Becerileri Ölçeği (YBÖ)

Çalışmada Kang, Kim, Kim ve You (2012) tarafından geliştirilen ve Karakuş (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan “21. Yüzyıl Becerileri Ölçeği” (YBÖ) ölçme aracı olarak kullanılmıştır. Uyarlanan ölçeğin özgün biçiminde 32 madde bulunmaktadır. Bu maddeler üç ana boyuttan (bilişsel, duyuşsal ve sosyokültürel) oluşmaktadır. Karakuş (2015) ölçeğin faktörlerinin güvenilirlik katsayılarını bilişsel alan için 0.77, duyuşsal alan için 0.70 ve sosyokültürel alan için 0.67 olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada ölçeğin güvenilirlik katsayısı (Cronbach Alfa) 0.89 olarak bulunmuştur. Ölçeğin faktörlerinin güvenilirlik katsayıları bilişsel alan için 0.79, duyuşsal alan için 0.78 ve sosyokültürel alan için 0.73 olarak hesaplanmıştır.

## Deney ve Kontrol Gruplarındaki Uygulamalar

Bu çalışma 7 haftalık sürede gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol gruplarında heterojen grup ve grup çalışması süreçte kullanılmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği okul merkezi bir okul olup, ders öğretmeni 15 yıllık mesleki tecrübesi olan bir fen bilimleri öğretmenidir. Dersler fen bilimleri öğretmenin yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

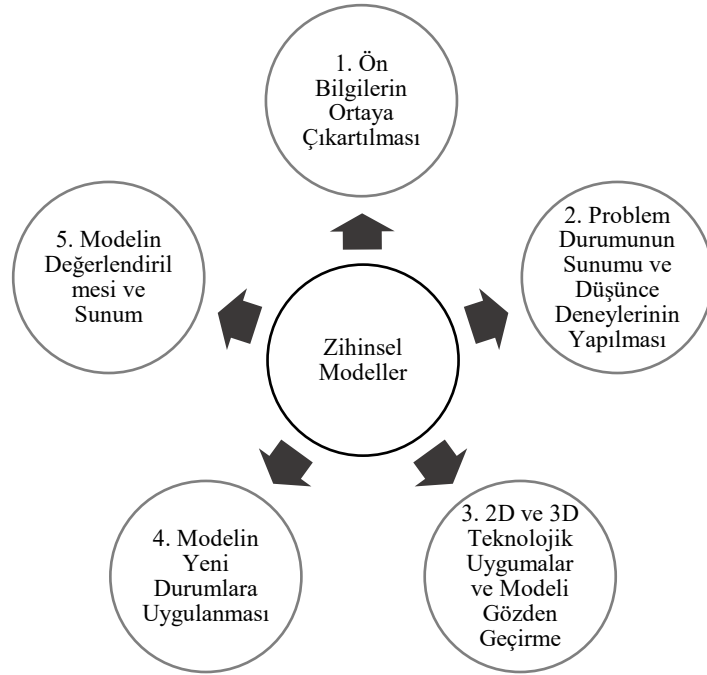
## Deney Grubundaki Uygulama Süreci

Modellemeye dayalı öğretim yönteminde yer alan etkinlikler ise Zorlu’ya (2016) ait çalışmadan alınarak araştırmanın amacı doğrultusunda düzenlenmiştir. Ayrıca etkinliklerde Ünal-Çoban (2009)’a ait öğretim döngüsü dikkate alınıp revize edilerek kullanılmıştır (Şekil 1).

Öğretim döngüsünde yer alan yapısal eşleştirme kısmında tablo yerine sözel olarak ifade edilecek yapısal eşleştirme kısmı oluşturulmuştur. Bu öğretim döngüsüne araştırmanın amacı doğrultusunda 2D ve 3D teknoloji uygulamaları aşaması eklenmiştir. Bu aşamada animasyon, simülasyon ve AR gerçeklik uygulamaları kullanılmış ve hangi konuya ait kullanılanlar Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Deney grubunda gerçekleştirilen 2D ve 3D teknoloji uygulamaların konulara göre dağılımı

Konular	2D ve 3D teknoloji uygulamaları
Maddenin Tanecikli Yapısı	Arttırılmış Gerçeklik (URL-1), Simülasyon (URL-2), Animasyon (URL-3)
Saf Maddeler	Arttırılmış Gerçeklik (URL-1), Simülasyon (URL-4, URL-5, URL-6)
Karıışımlar	Simülasyon (URL-7, URL-8, URL-9)
Karıışımların Ayrılması	Simülasyon (URL-10)
Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm	Animasyon (URL-11, URL-12)



Şekil 1. Modellemeye dayalı öğretim döngüsü

Deney grubunda uygulamalara başlamadan önce öğrencilere ön test (ABT ve YBÖ) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ön testlerden elde edilen verilerden yola çıkılarak tüm gruplarda akademik başarı seviyeleri heterojen olacak şekilde 5'er öğrenciden oluşan 2 grup ve 6'şar öğrenciden oluşan 2 grup olmak üzere toplamda 4 heterojen grup oluşturulmuştur. Gruplardaki öğrenciler, isminin ve soy isminin baş harfleri ile grup şemalarında gösterilmiş ve her bir öğrenci kodlanmıştır. Tüm grupların işlenecek konuyu bir sonraki derse araştırarak gelmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin sınıfta grupça oturma planı hazırlanarak bu plana göre oturmaları sağlanmıştır. Her bir gruba modellemeye dayalı öğretim yöntemine ait etkinlikler verilmiştir (Zorlu, 2016). Etkinliklerdeki problem durumunun sunumu ve düşünce deneyi bölümlerinin öğrenciler tarafından yapılarak önbilgilerin ortaya çıkartılması kısmının bitirilmesi istenmiştir. Bütün gruplar bu aşamayı yaptıktan sonra deney yapma ve modeli gözden geçirme aşamasına geçmiştir. Gruplara deney yapmaları için birer malzeme takımı verilerek deneyleri grupça yapmaları istenmiştir. Bu aşamayı tamamlayan öğrencilerden etkinlik için seçilen 2D ve 3D teknoloji uygulamalarından (Animasyon, Simülasyon ve AR Gerçeklik) hazırlananları yapmaları istenmiştir. Bu uygulamalar birlikte öğrenme yönteminin özellikleri çerçevesinde yapılmıştır. Bu aşamayı tamamlayan öğrenciler modelin yeni durumlara uygulanması aşamasına geçmiştir. Sınıftaki tüm gruplar bu aşamayı tamamladıktan sonra kura ile bir grup belirlenmiş ve belirlenen grubun oluşturdukları ürünler sınıfta sunulmuştur. Grupların modellerinde gördükleri eksikleri tamamlamaları için süre verilmiş ve eksiklerini tamamlamaları sağlanmıştır. Her konu bitiminde 7. sınıf fen bilimleri dersi kapsamında konu değerlendirme kısmı sınıfta yapılmaya çalışılmıştır. Böylece öğrencilerin hataları ve eksik anlamaları anında giderilmeye çalışılmıştır. Bir sonraki hafta yeni konuya geçilmiştir. Ünitenin alt konuları olan "Maddenin Tanecikli Yapısı", "Saf Maddeler", "Karışımlar", "Karışımların Ayrılması" ve "Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm" konuları bu şekilde işlenmiştir. Deney grubunda uygulamalardan sonra öğrencilere son test (ABT ve YBÖ) uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

### Kontrol Grubundaki Uygulama Süreci

"Saf Madde ve Karışımlar" ünitesi 7 hafta boyunca mevcut fen öğretimi programı çerçevesinde işlenerek gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda uygulamalara başlamadan önce öğrencilere ön test (ABT ve YBÖ) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ön testlerden elde edilen verilerden yola çıkılarak 5'er öğrenciden oluşan 3 grup ve 6'şar öğrenciden oluşan 1 grup olmak üzere toplamda 4 heterojen grup oluşturulmuştur. Gruplardaki öğrenciler, isminin ve soy isminin baş harfleri ile grup şemalarında gösterilmiş ve her bir öğrenci kodlanmıştır. Tüm gruplardan işlenecek konuyu bir sonraki derse araştırarak gelmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin sınıfta grupça oturma planını hazırlanarak bu plana göre oturmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin işlenen alt konu kapsamında birlikte çalışmaları sağlanmıştır. Heterojen grupların birlikte çalışmaları tamamlandıktan sonra kura yoluyla belirlenen bir grup konu ile ilgili sunum yapmıştır. Sunum bittikten sonra diğer heterojen grupların soruları yöneltilmiştir. Bu süreç her alt konuya ait süre kapsamında gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Her konu bitiminde 7. sınıf fen bilimleri dersi kapsamında hazırlanmış olan konu değerlendirme kısmı sınıfta yapılmaya çalışılmıştır. Böylece öğrencilerin hataları ve eksik anlamaları anında giderilmeye çalışılmıştır. Bir sonraki hafta yeni konuya geçilmiştir. Ünitenin alt konuları olan "Maddenin Tanecikli Yapısı", "Saf Maddeler", "Karışımlar", "Karışımların Ayrılması" ve "Evsel Atıklar ve Geri Dönüşüm" konuları bu şekilde işlenmiştir. Kontrol grubunda uygulamalardan sonra öğrencilere son test (ABT ve YBÖ) uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Ölçek ve testler uygulandıktan sonra kontrol grubundaki öğrencilerin araştırma kapsamında planlanmış olan 2D ve 3D teknoloji uygulamaları ile konu tekrarı yapılması için dört ders saati kapsamında AR Gerçeklik, Animasyon ve Simülasyon uygulamaları yapılmıştır.

**Tablo 3.** ABT ve YBÖ'nin ön ve son test Shapiro-Wilk analiz sonuçları

		Gruplar	İstatistik	Shapiro-Wilk	
				sd	p
ABT	Ön Test	Kontrol	0.938	21	0.195
		Deney	0.942	22	0.217
	Son Test	Kontrol	0.945	21	0.276
		Deney	0.912	22	0.056
YBÖÖ	Ön Test	Kontrol	0.935	21	0.177
		Deney	0.943	22	0.228
	Son Test	Kontrol	0.935	21	0.172
		Deney	0.955	22	0.399

### Verilerin Analizi

Verilerin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek amacıyla normallik testlerinden Shapiro-Wilk analizi yapılmıştır. ABT ve YBÖ'lerin ön test ve son test analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde ABT ve YBÖ'nin ön ve son test verilerinin normal dağılıma sahip oldukları belirlenmiştir. YBÖ ve ABT'lerden elde edilen veriler betimsel ve kestirimsel analizler ile analiz edilmiştir. Betimsel analiz kapsamında deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin aritmetik ortalamaları kullanılmıştır. Kestirimsel analiz olarak ANCOVA analizleri yapılmıştır. ABT ve YBÖ'nin ön test puanları kovaryant olarak alınıp son test puanların üzerindeki etkisi yansıtılarak deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ABT ve YBÖ'nin son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılığı incelemek için tek yönlü kovaryant analizi olan ANCOVA analizi yapılmıştır. Bağımsız değişken olarak kullanılan öğrenme yöntemi (2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim ve mevcut öğrenme yöntemi), bağımlı değişken olarak akademik başarı ve 21. yüzyıl becerileridir.

### Bulgular

Deney ve kontrol gruplarının akademik başarılarının gelişimiyle ilgili olarak ön test, son test ve düzeltilmiş son test ortalama puanları için betimsel istatistikler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek ve ABT son testlerden elde edilen puanlar arasındaki farklılığı istatistiksel olarak anlamlı

**Tablo 4.** ABT ön test, son test ve düzeltilmiş son test ortalama puanları

Grup	N	Ön Test Ortalama	Son Test Ortalama	Düzeltilmiş Son Test Ortalama
Deney	22	42.18	54.73	56.25
Kontrol	21	45.90	53.33	51.25

**Tablo 5.** ABT son test ortalama puanlarının ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	$\eta^2$
ABT(Ön Test)	2694.288	1	2694.288	156.476	0.000	0.796
Yöntem	211.359	1	211.359	12.275	0.001	0.235
Hata	688.742	40	17.2019			
Toplam	129008.00	43				

**Tablo 6.** YBÖ ön test, son test ve düzeltilmiş son test ortalama puanları

Grup	N	Ön Test Ortalama	Son Test Ortalama	Düzeltilmiş Son Test Ortalama
Deney	22	126.32	135.96	136.519
Kontrol	21	128.05	133.48	132.885

olup olmadığını anlamak için ABT son test puanlarının düzeltilmiş son test ortalama puanlarına ANCOVA analizi yapılmıştır. Bu amaçla ABT ön testi sonuçları kovaryant, yöntem bağımsız değişken, son test sonuçları ise bağımlı değişken olarak alınmıştır. ANCOVA analizi sonucunda elde edilen veriler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [ $F_{(1,43)} = 12.275$ ,  $p < .05$ ]. ANCOVA analizindeki istatistiksel olarak anlamlı farklılığın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Uygulanan deneysel değişkene ilişkin  $\eta^2$  (eta kare) 0.235 ise, bağımsız değişkenlerin etkisiyle açıklanan varyans oranıdır. Bu çalışmada bağımlı değişken olan ABT son test puanları üzerindeki varyansın yaklaşık %24'ünün bağımsız değişken olan uygulanan yöntem tarafından açıklandığı ifade edilmektedir.

Deney ve kontrol gruplarının 21. yüzyıl becerilerinin gelişimiyle ilgili olarak ön test, son test ve düzeltilmiş son test ortalama puanları için betimsel istatistikleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek ve YBÖ son testlerden elde edilen puanlar arasındaki farklılığı istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak için YBÖ son test puanlarının düzeltilmiş son test ortalama puanlarına ANCOVA analizi yapılmıştır. Bu amaçla YBÖ ön testi sonuçları kovaryant, yöntem bağımsız değişken, son test sonuçları ise bağımlı değişken olarak alınmıştır. ANCOVA analizi sonucunda elde edilen veriler Tablo 7'de gösterilmiştir.

**Tablo 7.** YBÖ son test ortalama puanlarının ANCOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	$\eta^2$
YBÖ(Ön)	4631.064	1	4631.064	255.462	0.000	0.865
Yöntem	141.508	1	141.508	7.806	0.008	0.163
Hata	725.129	40	18.128			
Toplam	786130.000	43				

**Tablo 8.** YBÖ'nin faktörlerinin ön test, son test ve düzeltilmiş son test puanları

Faktör	Grup	N	Ön Test Ortalama	Son Test Ortalama	Düzeltilmiş Son Test Ortalama
Bilişsel	Deney	22	44.23	49.18	49.55
	Kontrol	21	45.76	47.33	46.95
Duyuşsal	Deney	22	41.73	44.05	44.36
	Kontrol	21	43.00	44.43	44.10
Sosyokültürel	Deney	22	40.36	42.73	42.69
	Kontrol	21	39.29	41.72	41.99

**Tablo 9.** YBÖ'nin faktörlerinin Son Test Ortalama Puanlarının ANCOVA Sonuçları

Faktör	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	$\eta^2$
Bilişsel	Ön Test	537.377	1	537.377	41.292	0.000	0.508
	Yöntem	71.410	1	71.410	5.487	0.024	0.121
	Hata	520.562	40	13.014			
	Toplam	101322.000	43				
Duyuşsal	Ön Test	299.713	1	299.713	33.082	0.000	0.453
	Yöntem	0.715	1	0.715	0.079	0.780	0.002
	Hata	362.384	40	9.060			
	Toplam	84794.000	43				
Sosyokültürel	Ön Test	304.628	1	304.628	29.290	0.000	0.423
	Yöntem	2.476	1	2.476	0.238	0.628	0.006
	Hata	416.021	40	10.401			
	Toplam	77426.000	43				

Tablo 7 incelendiğinde; deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin 21. yüzyıl becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [ $F_{(1,43)} = 7.806$ ,  $p < .05$ ]. ANCOVA analizindeki istatistiksel olarak anlamlı farklılığın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Uygulanan deneysel değişkene ilişkin  $\eta^2$  (eta kare) 0.163 ise, bağımsız değişkenlerin etkisiyle açıklanan varyans oranıdır. Bu çalışmada bağımlı değişken olan YBÖ son test puanları üzerindeki varyansın yaklaşık %16'sının bağımsız değişken olan uygulanan yöntem tarafından açıklandığı ifade edilmektedir.

Uygulanan YBÖ “Bilişsel”, “Duyuşsal” ve “Sosyokültürel” olmak üzere üç alan altında incelenmektedir. Uygulanan yöntemin hangi alanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğunu test etmek amacıyla ANCOVA analizleri yapılmıştır. Analizlere ilişkin betimsel istatistikler Tablo 8’de verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde YBÖ'nin “Bilişsel”, “Duyuşsal” ve “Sosyokültürel” faktörlerinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek üzere her iki gruba uygulanan düzeltilmiş son test ortalama puanlarına ANCOVA analizleri yapılmıştır. Bu amaçla her bir beceriye ait ön test sonuçları kovaryant, yöntem bağımsız değişken, son test sonuçları ise bağımlı değişken olarak alınmıştır. ANCOVA analizi sonucunda elde edilen veriler Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9 incelendiğinde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin “Duyuşsal” ve “Sosyokültürel” faktörlerinden aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir [Duyuşsal:  $F_{(1,43)} = 0.079$ ,  $p > 0.05$ ,

Sosyokültürel:  $F_{(1,43)} = 0.238$ ,  $p > 0.05$ ]. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin “Bilişsel” faktöründen aldıkları puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir [ $F_{(1,43)} = 5.487$ ,  $p < 0.05$ ]. “Bilişsel” faktöründeki ANCOVA analizindeki istatistiksel olarak anlamlı farklılığın deney grubu lehine olduğu görülmektedir. Uygulanan deneysel değişkene ilişkin  $\eta^2$  (eta kare) 0.121 ise, bağımsız değişkenlerin etkisiyle açıklanan varyans oranıdır. Bu çalışmada bağımlı değişken olan YBÖ son test puanları üzerindeki varyansın yaklaşık %12'sinin bağımsız değişken olan uygulanan yöntem tarafından açıklandığını ifade edilmektedir.

### Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda sonuçlar özetlenmiştir. Günümüzde bilgiye doğrudan ulaşmak yerine araştırmak, sorgulamak ve bilgiye ulaşma yöntemi öne çıkmaktadır. Yeniçağın getirisi olan bu özellikler bireylerde iletişim, yaratıcı düşünme vb. becerilerin kazanılmasını hedeflemektedir. Fen alanında kullanılan model ve modeller kadar gelişen teknoloji ile kullanılan simülasyon, AR uygulamaları ve animasyonlar da kavram öğreniminde etkili olmaktadır. Bu doğrultuda bu çalışmada 7. sınıf “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesinde teknoloji destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulanmasının 21. yüzyıl becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Deney ve kontrol gruplarında uygulanan ABT’lerden elde edilen bulgulara göre deney grubundaki öğrencilerin akademik

başarılarının kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarılarına göre daha iyi geliştiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre deney grubunda uygulanan teknoloji destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin “Saf Maddeler ve Karışımlar” ünitesindeki bilgileri öğrenmede etkili olduğu söylenebilir. Uygulanan bu öğretim yöntemi akademik başarıdaki değişimin %24’ünü açıklamaktadır. İlgili alanyazında modellemeye dayalı öğretim yöntemi uygulanarak yapılan çalışmalarda da ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını geliştirdiği görülmektedir (Aragon, Oliva & Nevarrete, 2014; Çiltaş, 2011; Doerr, 1997; Gilbert, 2004; Halloun, 2004, 2006; Hestenes, 1987, 1992; Justi & Gilbert, 2002; Nunez-Ovieda, 2004; Oliva & Aragon, 2009a, 2009b; Oliva, del Mar Aragón & Cuesta, 2014; Ünal-Çoban, 2009; Vaskoglou, 2007; Zorlu ve Sezek, 2016, 2020). Ayrıca AR gerçeklik uygulamaları (Chiang, Yang & Hwang, 2014; Matcha & Rambli, 2013; Sırakaya ve Seferoğlu, 2016), simülasyon (Abdullah & Shariff, 2008; Bell & Trundle, 2008; Doerr, 1997) ve animasyon (Akkağıt, 2014; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Erdemir, 2012; Eryiğit, 2018; Gündüz-Bahadır, 2012) uygulamaları ile gerçekleştirilen çalışmalarda da ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını geliştirdiği ve bu çalışmanın sonuçları ile paralel olduğu görülmektedir. Alanyazındaki ilgili çalışmalara bakıldığında modellerle öğretimin; zihinsel modelleri yapılandırıp gelişme gösterdiği, kavramları zihinde canlandırabilme becerisini geliştirerek kavramların somutlaştırılmasına etkisinin olduğu, kavramsal gelişimi olumlu etkilediği, kavram yanlışlarını azalttığı, bilgilerin öğrenilmesinde kavram karmaşasını çözümlenerek gerçekleştirdiğinden kalıcı öğrenmeyi sağladığı, öğrenilen bilgileri gerçek yaşam arasındaki ilişkilendirmeyi sağladığı sonuçlarına ulaşılmıştır (Aragon, Oliva & Nevarrete, 2014; Çiltaş, 2011; Doerr, 1997; Gilbert, 2004; Halloun, 2004, 2006; Hestenes, 1987, 1992; Justi & Gilbert, 2002; Nunez-Ovieda, 2004; Oliva & Aragon, 2009a, 2009b; Oliva, del Mar Aragón & Cuesta, 2014; Ünal-Çoban, 2009; Vaskoglou, 2007; Zorlu ve Sezek, 2016, 2020). 2D ve 3D teknoloji uygulamaları ile ilgili alanyazındaki çalışmalarda bilgilerin öğrenilmesinde somutlaştırması, konu ile ilgili önemli noktaları ve kavramları görsel, çok boyutlu ve gerçek hayatla bağlantılı olarak kısa sürede sunarak zihinde daha net şekillenme yoluyla öğrenmede kalıcılığı sağlama ve bilgiye ulaşmayı destekleyerek öğrenciye etkileyici bir yapı ile keyifli bir öğretim sağlaması ile öğrencilerin akademik başarılarını geliştirdiği sonuçlarına ulaşılmıştır (Abdullah & Shariff, 2008; Akkağıt, 2014; Bell & Trundle, 2008; Chiang, Yang & Hwang, 2014; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Erdemir, 2012; Eryiğit, 2018; Gündüz-Bahadır, 2012; Matcha & Rambli, 2013; Sırakaya ve Seferoğlu, 2016). Bu çalışmada 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim ile somutlaştırma, bilgi karmaşasını çözümlenme, kavram yanlışlarını azaltma, gerçek yaşamla ilişkilendirme, zihinsel aktivelerle düşünme, görselleştirme, etkileyici bir yapı ve eğlenceli bir ortam oluşturma sağlandığından akademik başarılarını geliştirdiği söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarında uygulanan YBÖ’lerden elde edilen bulgulara göre deney grubundaki öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine göre daha iyi geliştiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre deney grubunda uygulanan 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmede etkili olduğu söylenebilir. Uygulanan bu öğretim yöntemi 21. yüzyıl becerilerinin değişiminin %16’sını açıklamaktadır. İlgili alan yazında

modellemeye dayalı öğretim yöntemi uygulanarak yapılan çalışmalarda da ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerinden bilimsel süreç becerilerini (Ünal Çoban, 2009; Zorlu, 2016) ve bilişsel becerilerini (Batu, 2014; Demirçalı, 2016) geliştiren çalışmaların olduğu görülmektedir. İlgili alan yazında AR, Simülasyon ve Animasyon uygulamaları kullanılarak ortaokul öğrencilerinin 21. yüzyıl becerilerinden bilimsel süreç becerilerini (Atalay, Anagün ve Kumtepe, 2016; Bell & Trundle, 2008; Daşdemir ve Doymuş, 2012; Ertuğrul-Akyol, Kahyaoğlu ve Köksal, 2017; Kayabaşı, 2016; Lowe, 2003; Somyürek, 2004), yaşam ve kariyer becerilerini (Baba, Zorlu & Zorlu, 2022; Gökale, 1996; Güvercin, 2010; Micheal, 2001; Sırakaya ve Seferoğlu, 2015) ve bilişsel becerilerini (Abdullah & Shariff, 2008; Baba, Zorlu & Zorlu, 2022; Bell & Trundle, 2008; Kivunja, 2014; Minaslı, 2009; Özarslan, 2013; Taşkıran, Koral ve Bozkurt, 2015) geliştiren çalışmalar yapılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere uygulanan YBÖ’nin faktörlerinden elde edilen bulgularda deney grubundaki öğrencilerin bilişsel becerilerinin kontrol grubundaki öğrencilerin bilişsel becerilerinden daha fazla geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca göre deney grubunda uygulanan 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinden bilişsel becerileri geliştirmede etkili olduğu söylenebilir. Uygulanan bu öğretim yöntemi 21. yüzyıl becerilerinden bilişsel becerilerdeki değişimin %12’sini açıklamaktadır. Araştırmada kullanılan YBÖ’deki bilişsel beceri faktörü incelendiğinde “Bilgi Yönetim Becerisi”, “Bilgi Yapılandırma Yeteneği”, “Bilgi Kullanımı Yeteneği” ve “Problem Çözme Yeteneği” becerileri olduğu görülmektedir. Bilgi yönetim becerisi kavram öğreniminde araç kullanımı ve kaynak sorgulama becerilerini kapsar; bilgi yapılandırma yeteneği elde edilen bilgiyi kullanma ve akıl yürütme becerileri ile ilgilidir; bilgi kullanımı yeteneği analitik düşünme, sorgulama ve sonuca ulaşma becerilerini içerir; problem çözme yeteneği biliş üstü ve yaratıcı düşünme becerilerini günlük yaşam içerisinde kullanmayı gerektirir (Kang, Heo, Jo, Shin & Seo, 2010; Livingston & Bober, 2005). Modellemeye dayalı öğretim yönteminde temel düşünme aşamasında analogik akıl yürütmeler, yapısal eşleştirmeler ve nedensel diyagramlar ile öğrencilerin zihinsel akıl yürütmeleri sağlanır (Halloun, 2007; Ünal-Çoban ve Ergün, 2013; Zorlu & Sezek, 2020). Analogik akıl yürütmeler ile gerçekleştirilen akıl yürütme sürecinin öğrencilerin bilgi yöntemi, bilgi yapılandırma yeteneği ve bilgi kullanma becerilerini geliştirdiği söylenebilir (Ünal-Çoban, 2009; Zorlu ve Sezek, 2016). Modellemeye dayalı öğretim yönteminde düşünme deneyleri ile öğrencilerin bağımsız, bağımlı ve kontrol edilen değişkenleri kullanarak zihinsel süreçleri kullanmaları sağlanır ve bilimsel deneyler ile verilerin toplanması, incelenmesi ve sonuçların model karşısında değerlendirilmesi yapılarak düşünce deneyi ile deneysel etkinlikte (bilimsel deney) elde edilen sonuçlar karşılaştırılır (Halloun, 2006; Ünal-Çoban, 2009; Zorlu ve Sezek, 2016). Bu bağlamda modellemeye dayalı öğretim yönteminin düşünce ve bilimsel deneyler ile öğrencilerin analitik düşünceleri, sorgulamaları, üst düzey düşünme, karşılaştırma ve sonuca ulaşma becerilerinin gelişmesine yardımcı olduğu söylenebilir. Ayrıca modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin zihin kullanma işlevselliğini artırdığı ve birçok zihinsel bakış açısı kazandırdığı da yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Gilbert, 2004; Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı, 2008; Halloun, 2006; Harrison, 2001; Treagust, 2002). Modellemeye dayalı öğretim yöntemine dayalı etkinlikler farklı aşamalardan oluşan



bir süreçtir. Öğrencilerin bir sonraki sürece geçmeleri için buldukları süreçte gerekenleri yapmaları gerekmektedir. Aksi takdirde süreç içerisinde ilgili aşamaya devam etmesi veya başa geri dönmesi gerekmektedir. Modellemeye dayalı öğretim yönteminde öğrenciler her zaman öğrendiklerini sınamaktadırlar (Halloun, 2004, 2006; Justi & Gilbert, 2002; Nunez-Oviedo, 2004; Ünal-Çoban, 2009; Wells, Hestenes & Swackhamer, 1995). Öğrencilerin modellemeye dayalı öğretim yönteminin bu özelliği sayesinde öğrendiklerinin farkında oldukları söylenebilir. Araştırmada kullanılan 2D ve 3D teknoloji uygulamaları sayesinde bilgilerin somutlaştırılması yoluyla daha iyi öğrenileceği ve bilişsel becerilerinin daha iyi gelişeceği söylenebilir. Bu doğrultuda deney grubunda uygulanan 2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin bilişsel becerilerini geliştirdiği ve bu nedenle öğrencilerin bilgilerinin geliştiği söylenebilir.

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere uygulanan YBÖ sontest “Duyuşsal” ve “Sosyokültürel” faktörlerinden elde edilen bulgularda deney grubundaki öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrencilerin aynı seviyede geliştiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçta deney ve kontrol gruplarında uygulanan işbirlikli öğrenme modeline ait birlikte öğrenme yönteminin uygulanmasının etkili olduğu söylenebilir. İşbirlikli öğrenme modelinin temelinde heterojen gruplar ile iş birliği içerisinde çalışarak öğrenme söz konusudur (Bayrakçeken, Doymuş ve Doğan, 2013; Zorlu, 2020; Zorlu & Sezek, 2019, 2020). “Duyuşsal” faktöründeki becerilerin özellikleri ise öz kimlik becerisi algıma, öz benlik ve öz saygı; öz değer becerisi güvenilirlik, doğruluk ve farkında olma; kendi kendini yönetme becerisi amaç belirleme, sorumluluk ve öz yeterlilik; öz sorumluluk becerisi ısrarcı olma, sorumlu olma ve girişkenlik özelliklerini içermektedir (Kang, vd., 2012; Karakuş 2015). “Sosyokültürel” faktöründeki becerilerin özellikleri ise sosyal üyelik becerisi toplumsal değer, duygu ve vatandaşlık ile ilgili; sosyal hassasiyet becerisi kültürler arası etkileşim, farklı görüşlere karşı karşılıklı hoşgörü; sosyalleşme yeteneği becerisi kültürler arası iletişim ve dil; sosyal ifa (yerine getirme) becerisi grup çalışması, sosyal hizmetler ve grup içerisinde liderlik özelliklerini içermektedir (Kang vd., 2010; Livingston & Bober, 2005; Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2003). Duyuşsal becerilere bakıldığında sorumluluk alma, farkında olma, kendi kendini yönetme ve girişken olma özelliklerinin aynı zamanda işbirlikli öğrenme modelinin de öğrencilere kazandırdığı özellikler arasında olduğu görülmektedir (Bayrakçeken, Doymuş, Doğan, 2013; Hashemi & Karimi, 2015; Swaray, 2012; Zorlu, 2020). Sosyokültürel faktöründeki beceriler incelendiğinde toplumsal faydaların ve grup çalışmasının ön plana çıktığı görülmektedir. İyi düzenlenen grup çalışmalarıyla herkesin sorumluluklarını yerine getirdiği, grup üyelerinin zayıf ve güçlü yanlarının ortaya koyulduğu ve bu farklılığın anlaşılmasının grubun çalışmasını kolaylaştırarak çalışmaya katılımı arttırdığı bir süreç yürütülebilir (Bayrakçeken, Doymuş, Doğan, 2013; Hashemi & Karimi, 2015; Swaray, 2012). Ayrıca işbirlikli öğrenme modeli demokratik yaşamın bir gereği olarak başkalarının fikirlerine saygılı olma, hoşgörülü olma ve tartışmaya dönük tutumların da ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Mamur-Yılmaz, 2015). Böylece bireyler başkalarının haklarına saygı göstererek ortak kararlar doğrultusunda çalışmaya alışırlar (Gelici ve Bilgin, 2011).

## Öneriler

Bu bölümde sonradan yapılacak benzer araştırmalar için araştırmanın bulgularından ve sonuçlarından yola çıkılarak bazı öneriler verilmektedir.

Modellemeye dayalı öğretim yöntemi uygulanırken ortaokul düzeyine uygun etkinliklerin tasarlanarak kullanılması önemlidir. Ayrıca tasarlanan etkinliklerin öğrenci ders kitaplarına olan uygunluğu da istenilen öğrenimin gerçekleştirilmesinde etkilidir. Teknolojik uygulamalardan biri olan AR uygulamalarının kullanılabilmesi için mobil cihaz veya tabletlere ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat okullarda mobil cihazların etkin olarak kullanılmıyor olması bu alanda çalışma yapacak araştırmacılar için ön hazırlık yapılmasını gerektirebilir.

2D ve 3D destekli modellemeye dayalı öğretim yönetiminde etkinlik uygulamalarının gerçekleştirilmesi ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarını artırmakta ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmektedir. Böylelikle modellemeye dayalı öğretim yöntemi ile teknolojik uygulamaların birlikte kullanılmasında olduğu gibi farklı teknolojik uygulamalar ile desteklenen modellemeye dayalı öğretim yönteminin uygulanmasıyla yapılacak çalışmaların ilgili alanyazına katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Uygulamanın yapıldığı “Saf Madde ve Karışımlar” ünitesinin konu sayısının çok olması ve birbiri ile farklı konuların ele alınması uygulamanın işleyişinin çeşitlendirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışmada kullanılan animasyon, simülasyon ve AR uygulamaları söz konusu ünitenin çeşitli teknolojilerle desteklenerek öğrenilmesini sağlamıştır. Uygulamada kullanılan teknolojilerin çeşitli olmasının sınıf düzeninin sağlanmasını ve ders süresinin ayarlanmasını güçleştirdiği görüldü de başarı seviyeleri düşük olan öğrencilerde bile bu teknolojilerin modellemeye dayalı öğretim ile birlikte kullanılmasının kavram öğretiminde oldukça önemli ve etkili olduğu değerlendirilmektedir. Öğrenme ortamlarında farklı öğretim yöntemlerinin bir arada kullanılmasının yanı sıra bu yöntemlerin çeşitli teknolojilerle de desteklenmesiyle daha iyi bir öğrenme süreci oluşturulabilir.

## Yazar Katkı Oranı

Çalışmanın alan yazın taraması sürecini birinci yazar gerçekleştirmiştir. Diğer tüm bölümlerde yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır. Tüm yazarlar çalışmanın son halini okuyup onaylamışlardır.

## Etik Kurul Beyanı

Bu çalışma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulunda (Protokol No. E. 3803) 11.08.2020 tarihli toplantısında alınan onay kararı ile yürütülmüştür.

## Çatışma Beyanı

Yazarlar çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmadığını beyan etmektedir.

## Kaynakça

Abdullah, S., & Shariff, A. (2008). The effects of inquiry-based computer simulation with cooperative learning on scientific thinking and conceptual understanding of gas laws. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 4(4), 387-398.



- Akkağıt, Ş. F. (2014). *Benzeşim ve animasyon kullanılan web tabanlı öğretimin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin “Elektrik ve Manyetizma” ünitesindeki başarılarına etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Altaş, E. (2016). *Elektriğin iletimi ünitesinin öğretiminde grup araştırması ve animasyonların etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Aragón, M. D. M., Oliva, J. M., & Navarrete, A. (2014). Contributions of learning through analogies to the construction of secondary education pupils’ verbal discourse about chemical change. *International Journal of Science Education*, 36(12), 1960-1984. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.887237>
- Atalay, N., Anagün, Ş. S. ve Genç-Kumtepe, E. (2016). Fen öğretiminde teknoloji entegrasyonunun 21. yüzyıl becerileri boyutunda değerlendirilmesi: Yavaş geçişli animasyon uygulaması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 5(2), 405-424. <https://doi.org/10.14686/buefad.v5i2.5000183607>
- Aydede, M. N. ve Matyar, F. (2009). Fen bilgisi öğretiminde aktif öğrenme yaklaşımının bilişsel düzeyde öğrenci başarısına etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(1), 115-127.
- Aydın, İ. ve Özgürtaş, T. (2007). Bilim ve modelleme. *Türk Biyokimya Dergisi*, 32(4), 185-189.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Baba, A., Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2022). Investigation of the effectiveness of augmented reality and modeling-based teaching in "Solar System and Eclipses" unit. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(2), 283-298. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1040095>
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar system project: Building understanding through model building. *Journal of Research and Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barani, G. H. (2014). *Bilgisayar destekli animasyonla öğretim yönteminin fen bilgisi öğretmenliği fizik 4 (modern fizik) dersi ile ortaöğretim 11.sınıf modern fizik dersindeki akademik başarıya etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkinliği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bayrakçeken, S., Doymuş, K. ve Doğan, A. (2013). *İşbirlikli öğrenme modeli ve uygulaması* (1. Baskı), Ankara: Pegem Akademi.
- Bell, R., & Trundle, K. (2008). The use of a computer simulation to promote scientific conceptions of moon phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 346-372.
- Bischoff, P. J. (2006). The role of knowledge structures in the ability of preservice elementary teachers to diagnose a child's understanding of molecular kinetics. *Science Education*, 90(5), 936-951.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991) Active learning: Creating excitement in the classroom. *New Directions For Teaching and Learning*, 1996(67), 3-16.
- Boyacı, M. (2016). *Fen ve teknoloji dersinde animasyon uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers & Education*, 68, 536-544. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.017>
- Burke, K. A., Greenbowe, T. J., & Windschitl, M. A. (1998). Developing and Using Conceptual Computer Animations for Chemistry Instruction. *Journal of Chemical Education*, 75(12), 1658-1661.
- Cesur, D. (2011). *İlköğretim 4. ve 5. sınıf fen ve teknoloji dersi öğretim programının bilimsel süreç becerileri açısından öğretmen düşüncelerine göre değerlendirilmesi (Afyonkarahisar ili örneği).* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students’ learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative Research* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson/Merrill Prentice Hall
- Çamloğlu, N. (2014). *Yavaş geçişli animasyon tekniğinin öğrencilerin akademik başarılarına, motivasyonlarına ve akademik öz yeterliliklerine etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çelik, B. (2019). *Eğitim programları ve öğretim programı 2019-dr-261 animasyon destekli değerler eğitimi programının akademik başarıya, derse ve bilişim değerlerine yönelik tutuma ve kalıcılığa etkisi.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Daşdemir, İ. ve Doymuş, K. (2012). Fen ve teknoloji dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 2(3), 33-42.
- Demircioğlu, H., Demircioğlu, G., Kongur, S. ve Ayas, A. (2004). Lise Öğrencilerinin Kütlelinin Korunumu Kavramı İle İlgili Teorik ve Uygulama Bilgilerinin Karşılaştırılması, *VI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi, İstanbul.
- Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7. sınıf “Güneş Sistemi ve Ötesi - Uzay Bilmecesi” ünitesi örneği.* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demirkan, S. (2017). *İlk yardım konusunun öğretiminde bilgisayar destekli animasyon kullanımı ve bir uygulama örneği: Beşinci sınıflar.* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans

- Tezi). Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Develaki, M. (2007). The model-based view of scientific theories and the structuring of school science programmes. *Science & Education*, 16(7), 725-749. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9058-2>
- Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education*, 19, 265-282.
- Doymuş, K. (2012). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin iş birlikli öğrenme yöntemi hakkında bilgilendirilmesi, bu yöntemi sınıfta uygulamaları ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi*. Tübitak Projesi, (110K252).
- Durmuş, S. ve Kocakulah, S. M. (2006). Fen ve Matematik Öğretiminde Modelleme. *Fen ve teknoloji öğretimi dergisi*, 300-316.
- Erdemir, N. (2012). *İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi canlılar ve enerji ilişkileri ünitesinin öğretiminde kullanılan animasyon yönteminin öğrenci başarısına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Er Nas, S. (2013). *Madde ve ısı ünitesindeki kavramların günlük hayata transfer edilmesinde derinleştirme aşamasına yönelik geliştirilen kılavuzun etkililiğinin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ertuğrul-Akyol, B., Kahyaoglu, H. ve Köksal, E. A. (2017). Ortaokul fen ve teknoloji dersinde müzikli fen animasyonu kullanımı hakkında öğretmen görüşleri. *International Journal of Active Learning*, 2(1), 22-37.
- Eryiğit, U. (2018). *Fen bilimleri dersinde animasyon kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mehmet Akif Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.
- Gelici, Ö. ve Bilgin, İ. (2011). İşbirlikli öğrenme tekniklerinin tanıtımı ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 1(1), 40-70.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (1998). Learning science through models and modelling. *International handbook of science education*, 2, 53-66.
- Gökhale, A. (1996). Effectiveness of computer simulation for enhancing higher order thinking. *Journal of Industrial Teacher Education*. 33, 36-46.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.
- Gündüz-Bahadır, E. B. (2012). *Animasyon tekniği ve 5e öğrenme modelinin 8. sınıf "yaşamımızdaki elektrik" ünitesinin işlenmesinde akademik başarı, tutum ve eleştirel düşünebilme yeteneklerine etkisinin araştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Güvercin, Z. (2010). *Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Halloun, I. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16(7), 653-697.
- Halloun, I. A. (2004). *Modeling theory in science education*. Kluwer Academic Publishers.
- Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education*. Netherlands: Springer Publisher.
- Halloun, I. A. (2011). Modeling and student learning in science education. In Khine, M. S., & Saleh, I. M. (Eds.). *Models and modeling: Cognitive tools for scientific enquiry* (Vol. 6). Springer Science & Business Media.
- Harrison, A. G. (2001). How to teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science education*, 80(5), 509-534.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1998). Modelling in science lessons: Are there better ways to learn with models?. *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Hashemi, S. A., & Karimi, H. (2015). Study of the influence of cooperative learning on social skills of students from the perspective of ashkenan high school teachers. *JNCC Report*, 4(2), 90-98.
- Hestenes, D. (1987). Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, 55(5), 440-454.
- Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian world. *American Journal of Physics*, 60(8), 732-748.
- Justi, S. R., & Gilbert, K. J. (2002). Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387.
- Kang, M., Heo, H., Jo, I., Shin, J., & Seo, J. (2010). Developing an educational performance indicator for new millennium students. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(2), 157-170.
- Kang, M., Kim, B., Kim, B., & You, H. (2012). Developing an instrument to measure 21st century skills for elementary students. *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 25(2), 133-148.
- Karakuş, M. (2015). *Ortaokul sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimlerine yönelik 21.yüzyıl beceri düzeylerinin ölçülmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kayabaşı, A. (2016). *4D Mobil uygulamaların fen eğitiminde başarıya etkisinin ve öğrenci tutumlarına etkisinin değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163-174. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0036-4>
- Kivunja, C. (2014). Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 1(4), 1-11. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v4n1p1>
- Korucu, A. T., Usta, E., & Yavuzarslan, İ. F. (2016). Using augmented reality in education: a content analysis of the studies in 2007-2016 period. *Journal of Subject Teaching Research*, 2(2), 84-95.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2005). Developing modeling and argument in the elementary grades. *Understanding Mathematics and Science Matters*, 29-53.

- Lin, T. J., Duh, H. B. L., Li, N., Wang, H. Y., & Tsai, C. C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>
- Livingstone, S., & Bober, M. (2005). *UK children go online: Final report of key Project findings*. London: LSE Research Online. <http://eprints.lse.ac.uk> adresinden 14 Temmuz 2019 tarihinde indirilmiştir.
- Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157-176.
- Luckin, R., & Fraser, D. S. (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3(5), 510-524. <https://doi.org/10.1504/ijtel.2011.042102>
- Mamur-Yılmaz, E. (2015). İşbirliğine dayalı öğrenme yoluyla okul öncesi çocuklara yönelik duvar resimleme çalışmaları. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(14), 1-18.
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144-153.
- Meder, M. (2001). Bilgi toplumu ve toplumsal değişim. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9, 72-81.
- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Michael, K. (2001). The effect of a computer simulation activity versus a hands-on activity on product creativity in technology. *Journal of Technology Education*, 13(1), 32-44.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) (2018). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Minashi, E. (2009). *Fen ve teknoloji dersi maddenin yapısı ve özellikleri ünitesinin öğretilmesinde simülasyon ve model kullanılmasının başarıya, kavram öğrenmeye ve hatırlamaya etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Nunez-Oviedo, M. C. (2004). *Teacher-Student co-construction process in biology: Strategies for developing mental models in large group discussions*. (Unpublished Doctoral Dissertation). Graduat School of Universtiy of Massachusetts Amherst.
- Oliva, J. M., del Mar Aragón, M., & Cuesta, J. (2014). The competence of modelling in learning chemical change: A study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 1-41.
- Oliva, J. M., & Aragón, M. M. (2009a). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico [Contribution of learning with analogies on students' modeling in science: Theoretical framework]. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 195-208.
- Oliva, J. M., & Aragón, M. M. (2009b). Aportaciones de las analogías al desarrollo del pensamiento modelizador de los alumnos en química [Contributions of learning with analogies on students' modeling in chemistry]. *Educación química*, 20(1), 41-54.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2003). *The definition and selection of key competencies*. Retrieved May 21, 2019, from <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/350703677.pdf>
- Özarslan, Y. (2013). *Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Anadolü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özcan, M. F. (2015). *7. sınıf Türkçe dersi "bildirme ve dilek kipleri" konusunun öğretiminde animasyon destekli 5E modelinin başarı, kalıcılık ve tutuma etkisi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Öztürk, E. (2014). *Hücre zarından madde geçişi konusunun uzaktan eğitimle öğretilmesinde video ve animasyon kullanımının öğrenci başarısı ile motivasyona etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Öztürk, T. (2011). *Matematik öğretiminde bilgisayar destekli öğretim yöntemiyle hazırlanan animasyon tekniğinin kullanılmışı*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Pringle, R. (2004). Making it visual: Creating a model of the atom. *Science Activities*, 40 (4), 30-33.
- Ramadas, J. (2009). Visual and spatial modes in science learning. *International Journal of Science Education*, 31(3), 301-318.
- Satchwell, R. E. (1996). Using functional flow diagrams to enhance technical systems understanding. *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(2), 50-81.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students' understanding of scientific modeling. *Cognition and instruction*, 23(2), 165-205. [https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302\\_1](https://doi.org/10.1207/s1532690xci2302_1)
- Seel, N. M. (2001). Epistemology, situated cognition and mental models: Like a bridge over troubled water. *Instructional Science*, 29, 403-427.
- Seel, N. M. (2003). Model-centered learning and instruction. *Tech. Inst. Cognition And Learning*, 1, 59-85.
- Sırakaya, M. ve Seferoğlu, S. S. (2016). Öğrenme ortamlarında yeni bir araç: Bir eğitilence uygulaması olarak artırılmış gerçeklik. A. İşman, F. Odabaşı ve B. Akkyounlu (Ed.) *Eğitim teknolojileri okumaları içinde* (s. 417-438). Ankara: Salmat Basım Yayıncılık Ambalaj.
- Somyürek, S. (2004). *Bilgisayar destekli eğitim yazılımlarında kullanılan ön örgütleyicilerin alan bağımlı ve alan bağımsız öğrencilerin akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Swaray, R. (2012). An evaluation of a group project designed to reduce free-riding and promote active learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(3), 285-292.
- Taşkıran, A., Koral, E. ve Bozkurt, A. (2015, Şubat). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil eğitiminde kullanılması. *Akademik Bilişim Konferansı'nda sunulan bildiri*, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Tomi, A. B., & Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.015>



- Treagust, F. D. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Türkmenoğlu, H. (2013). *Televizyon reklamlarında animasyon kullanımı ve animasyon öğelerinin hedef kitle üzerinde hatırlanma etkisi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Ural-Keleş, P. (2009). *Kavramsal değişim metinleri, oyun ve drama ile zenginleştirilmiş 5E modelinin etkililiğinin belirlenmesi: "Canlıları Sınıflandırma" örneği*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Url-1 AR (Bilim kartları 'Element Kartları') (2020). Erişim Adresi:<https://m.apkpure.com/tr/ar-bilim-kartlari>
- Url-2 PHET (Interactive simulation build an atom) (2020). Erişim Adresi:<https://phet.colorado.edu/en/simulation/build-an-atom>
- Url-3 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/atomuolusturantanecikler>
- Url-4 PHET (Interactive simulation build a moleküle) (2020). Erişim Adresi:<https://phet.colorado.edu/en/simulation/build-a-molecule>
- Url-5 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/bilesikleritanıyalım>
- Url-6 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/safmaddeler>
- Url-7 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/safmaddeler>
- Url-8 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/temasyüzeyininçözünmeyeetkisi>
- Url-9 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/karıştırmanınçözünmeyeetkisi>
- Url-10 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/karışımlarınayrılması>
- Url-11 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/atkyönetimi>
- Url-12 EBA (Bilişim ağı fen bilimleri 7.sınıf 4. ünite) (2020). Erişim Adresi:<https://ders.eba.gov.tr/evselatıklar>
- Ünal-Çoban, G. ve Ergin, Ö. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin etkilerinin bilimsel bilgi açısından incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 505-520.
- Ünal-Çoban, G. (2009). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. Sınıf ışık ünitesi örneği*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Voskoglou, M. (2007). A stochastic model for the modeling process. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling: Education, engineering and economics* (pp. 149-157). ICTMA12, Chichester: Horwood Pub.
- Wallen, N. E., & Fraenkel, J. R. (2001). *Educational research: A guide to the process*. Psychology Press.
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63(7), 606-619.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2007). How novice science teachers appropriate epistemic disciplinary discourses for use in classrooms. In *annual meeting of the American Educational Research Association*. Chicago, IL.
- Windschitl, P. D., Rose, J. P., Stalkfleet, M. T., & Smith, A. R. (2008). Are people excessive or judicious in their egocentrism? A modeling approach to understanding bias and accuracy in people's optimism. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95(2), 253. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.95.2.253>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024>
- Yavuz, C. (2015). *Uzaktan ve yüz yüze hizmet içi eğitimin öğrenenlerin başarıları ve öğrenmenin kalıcılığı açısından karşılaştırılması*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Zorlu, F. (2020). İşbirlikli öğrenme modelinin uzaktan eğitim ortamlarında uygulanmasına yönelik fen bilgisi öğretmen adaylarının görüş ve önerilerinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(14), 219-232. <https://doi.org/10.20860/ijoses.835074>
- Zorlu, F., & Sezek, F. (2019). Students' opinions about the effect of the application of learning together and group investigation methods at different intervals on the features of cooperative learning model. *MOJES: Malaysian Online Journal of Educational Sciences*, 7(2), 10-24.
- Zorlu, F., & Sezek, F. (2020). The investigation of the effectiveness of applying group investigation method at different intervals in teaching science courses. *Journal of Theoretical Educational Science*, 13(2), 397-423. <https://doi.org/10.30831/akukeg.623066>
- Zorlu, Y. (2016). *Ortaokul fen ve teknoloji dersinde işbirlikli öğrenme modeli ve modellemeye dayalı öğretim yöntemine dayalı etkinliklerin öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki etkileri*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Zorlu, Y., & Sezek, F. (2016). The investigation of effects to learning together method with modeling based learning method on constructivist learning environment. *Ekev Akademi Dergisi*, 68, 415-430.
- Zorlu, Y., & Sezek, F. (2020). An investigation of the effect of students' academic achievement and science process skills application together with cooperative learning model and the modeling based teaching method in teaching science courses. *International Journal of Progressive Education*, 16(4), 135-157. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.268.9>
- Zorlu, Y. ve Zorlu, F. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının hazırladıkları modellemeye dayalı etkinlik ürünlerinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (40), 51-65.
- Zorlu, Y., Zorlu, F. ve Dinç, S. (2019). Fen bilgisi öğretmen adaylarının yaşam becerileri ile bilişüstü farkındalıkları arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 13(1), 302-327.

## Extended Abstract

### Introduction

Animation, simulation, and reality technologies used in educational environments for effective learning have become an element that attracts the attention of researchers (Çelik, 2019; Ranger, Master, & Yavuzaslan, 2016; Pringle, 2004). Augmented reality technology has a great potential in the world of education and is used in a way that has taken its place in every discipline over time. AR is one of the reality technologies that present the connections between the content and interactive elements as three-dimensional (3D) with a strong interaction link and animation and simulation as two-dimensional (2D) (Azuma, 1997; Luckin & Fraser, 2011). In the relevant literature, it is seen that 2D and 3D technologies have positive contributions to teaching (Altaş, 2016; Barab, Hay, Barnett & Keating, 2000; Barani, 2014; Painter, 2016; Bujak, Radu, Catrambone, MacIntyre, Zheng & Golubski, 2013; Camloglu, 2014; Daşdemir & Doymuş, 2012; Demirkan, 2017; Eryiğit, 2018; Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006; Lin, Duh, Li, Wang & Tsai, 2013; Méheut, 2004; Ozcan, 2015; Ozturk, 2011; Ozturk, 2014; Tomi & Rambli, 2013; Turkmenoglu, 2013; Wu, Lee, Chang & Liang, 2013; Yavuz, 2015). In this direction, animation, simulation and augmented reality applications of 2D and 3D technologies can be used in processes that require students to relate to daily life based on their prior knowledge or to apply them to another subject, as in modeling-based learning. In addition, in the parts where content and application development of 2D and 3D technologies is difficult, the stages of modeling-based learning can be used. In this context, when the relevant literature is evaluated, it is understood that modeling-based teaching and the applications of 2D and 3D technologies will support each other. In this direction, this research, which was carried out to determine the effect of 2D and 3D supported modeling-based teaching on students' academic achievements and the 21<sup>st</sup> century skills, is thought to provide this situation and to make a great contribution to the field of writing. This is because developing technology and age-appropriate content for individuals have a crucial position in the development of academic success and in the acquisition of 21<sup>st</sup> century skills to the individual. It is thought that this research will also contribute to this field. Within the scope of the study, an answer to the research problem "Are there effects of 2D and 3D supported modeling-based teaching on students' academic achievements and the 21<sup>st</sup> century skills in the "Pure Substances and Mixtures" unit" was sought.

### Method

For this study, the effect of teaching based on 2D and 3D supported modeling in the "Pure Substances and Mixtures" unit of secondary school students on students' academic achievements and the 21<sup>st</sup> century skills were examined. A pre- and post-test experimental and semi-experimental research method with a control group belonging to quantitative research approach was used. The experimental group consisted of 22 students (9 females and 13 males) and the control group consisted of 21 students (9 females) and 12 males). "Academic Achievement Test (AAT)" and "21. Century Skills Scale (TCSS)" were used for data collection. Descriptive and predictive statistical analyses were performed on the data obtained from the scales used in the research. The application process in the experimental and control groups was carried out within a period of seven weeks. In the experimental and

control groups, the students were administered the final test (AAT and TCSS) before the applications. In the experimental and control groups, heterogeneous group and group work parts of the cooperative learning model were used in the process. The activities included in the modeling-based teaching method in the experimental group were taken from the study of Zorlu (2016) and arranged in line with the purpose of the research. In addition, the teaching cycle of Ünal-Çoban (2009) was used in the activities. In the structural matching part of the teaching cycle, the structural matching part was expressed verbally instead of using tables. In line with the purpose of the research, 2D and 3D technology applications stage has been added to this teaching cycle. At this stage, animation, simulation and AR reality applications were used. The activities used within the scope of the research are given in the appendix. In the control group, group work was processed with the current learning method. After the applications in the experimental and control groups, the final tests (AAT and TCSS) were administered to the students.

### Results

It was found that there was a statistically significant difference between the students' academic achievements in the experimental and control groups [ $F_{(1,43)} = 12.275, p < 0.05$ ]. It is seen that the statistically significant difference in the ANCOVA favored the experimental group. If  $\eta^2$  (eta squared) is 0.235 for the applied experimental variable, it is the variance ratio explained by the effect of the independent variables. In this study, it is stated that approximately 24% of the variance on the AAT final test scores, which is the dependent variable, is explained by the method applied as the independent variable. The results revealed that there was a statistically significant difference between the students' 21<sup>st</sup> century skills in the experimental and control group [ $F_{(1,43)} = 7.806, p < 0.05$ ]. It is seen that the statistically significant difference in the ANCOVA analysis was in favor of the experimental group. If  $\eta^2$  (eta squared) is 0.163 for the applied experimental variable, it is the variance ratio explained by the effect of the independent variables. In this study, it is stated that approximately 16% of the variance on the TCSS final test scores, which is the dependent variable, is explained by the method applied as the independent variable.

### Conclusion and Recommendations

According to the results of this study, it was concluded that the teaching method based on 2D and 3D supported modeling applied in the experimental group was effective in learning the information in the "Pure Substances and Mixtures" unit and developing the 21<sup>st</sup> century skills. In this direction, it was determined that the applications of instructional management based on 2D and 3D supported modeling within the scope of science course had a positive effect on the 21<sup>st</sup> century skills and academic achievements of secondary school students. The realization of activity practices in instructional management based on 2D and 3D supported modeling increases the secondary school students' academic success and improves 21<sup>st</sup> century skills. Thus, it is thought that further research by applying the modeling-based teaching method supported by different technological applications, such as the use of modeling-based teaching method and technological applications together, will contribute to the relevant literature.

### **Author Contributions**

The first author carried out the planning of the study and the literature review process. All authors equally took part in other processes of the article. All authors read and approved the final version of the study.

### **Ethical Declaration**

The purposes and procedure of the current study were granted approval from the ethical committee of the Kütahya Dumlupınar University (Ethics Committee's Decision Date: 11.08.2020, Ethics Committee Approval Issue Numbers: E. 3803)

### **Conflict of Interest**

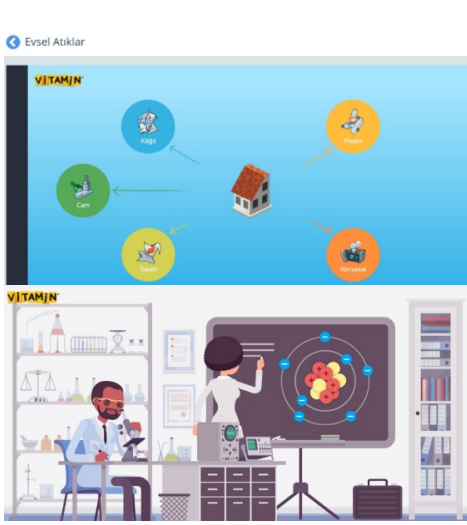
The authors declare that there is no conflict of interest with an institution or person within the scope of the study.

## Araştırmada Kullanılan 2D ve 3D Teknoloji Uygulamalarına Ait Örnek Görseller

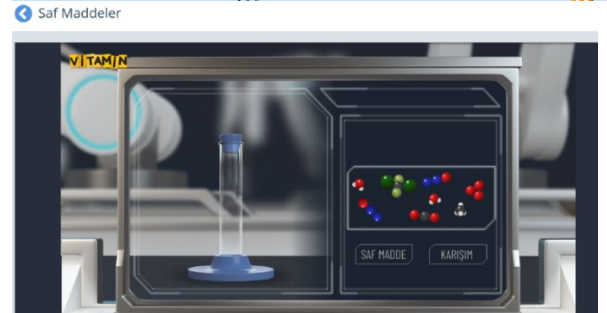
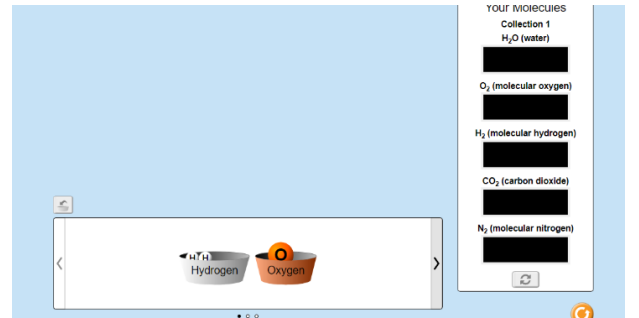
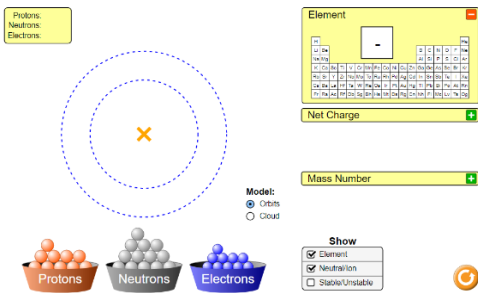
### Ar Gerçeklik Kartları



### Animasyonlar

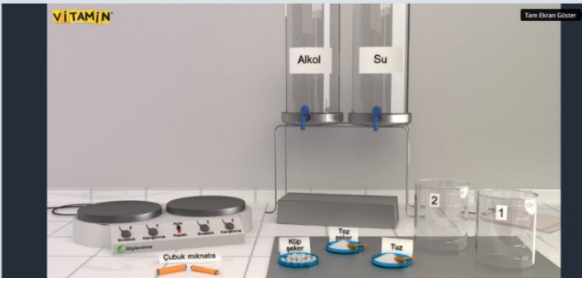


### Simülasyonlar





← Sıcaklığın Çözünme Hızına Etkisi



← Karışımların Ayrılması

