

ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ KULLANILARAK DÜŞÜNME BECERİLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ ÜZERİNE BİR DERLEME

A REVIEW ON THE DEVELOPMENT OF THINKING SKILLS USING AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY

Yasemin SÖNMEZ GÜMÜŞHAN

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi ABD

yaseminsonmez@gazi.edu.tr

ORCID No: 0000-0003-2148-0122

Selma YEL

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Sınıf Eğitimi ABD

selmayel@gazi.edu.tr

ORCID No: 0000-0002-9624-6966

ÖZ

Geliş Tarihi:

25.10.2023

Kabul Tarihi:

28.12.2023

Yayın Tarihi:

31.12.2023

Anahtar Kelimeler

Artırılmış gerçeklik

Düşünme

Düşünme eğitimi

teknoloji

Keywords

Augmented reality

Thinking

Thinking education

Technology

Artırılmış gerçeklik (AG) kavramı gerçek dünya üzerine sanal nesnelerin bütünleştirilmesi ile somut ve soyut ürünlerin aynı ortamda buluşması olarak tanımlanabilir. AG kullanılarak nesnelere tek boyutlu halden 3 boyutlu hale getirilerek gözlemlenebilir, ulaşılması zor mekânlara ulaşılabilir, zaman ve paradan tasarruf sağlanabilir. AG uygulamaları eğitim, sağlık, mühendislik, sanat, astronomi, mimari, oyunlaştırma, müze gezileri, konum bulma, görselleştirme, tasarım, seyahat, turizm, iletişim, yayıncılık, savunma teknolojileri vb. gibi birçok alanda kullanılabilir. Ayrıca AG teknolojisi 21. yy. becerilerinden olan bilgi ve iletişim teknolojileri okuryazarlığı ile de doğrudan ilişkilidir. AG uygulamaları kullanılarak eğitim alanında beceri geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bu becerilerden biri de düşünme becerileridir. Düşünme oldukça karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte AG teknolojileri hem farklı bakış açıları sunarak hem de öğretim materyallerini renk, görüntü, ses gibi açılardan zenginleştirerek düşünme süreçlerini destekleyebilmektedir. Bu çalışmada AG uygulamaları kullanılarak geliştirilebilecek düşünme becerileri hakkında teorik bir bakış açısı sunulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda alanyazında yer alan AG uygulamaları kullanılarak düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik çalışmalar incelenmiş ve bu teknolojinin hangi düşünme becerilerini geliştirebileceğine dair yorumlar sunulmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda AG uygulamaları kullanılarak yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, uzamsal düşünme/mekânsal düşünme, tarihsel düşünme matematiksel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, sanatsal düşünme, üstbilişsel düşünme, formal işlemsel düşünme, görsel düşünme, üst düzey düşünme gibi düşünme becerilerinin geliştirilebileceğine dair görüşlere ulaşılmıştır.

ABSTRACT

Augmented reality (AR) can be defined as the integration of tangible and intangible products in the same environment by integrating virtual objects into the real world. Using AR, objects can be observed from one-dimensional to 3-dimensional, hard-to-reach places can be reached, and time and money can be saved. This technology has been used in many fields, especially in the 21st century. AR technologies can be used in education, health, engineering, art, astronomy, architecture, gamification, museum visits, location finding, visualization, design, travel, tourism, communication, publishing, and defense technologies. In addition, AR technology is directly related to information and communication technology literacy, which is one of the 21st-century skills. Studies are carried out to develop skills in the field of education by using AR technologies. One of these skills is thinking skills. Thinking is a very complex process. In this process, AR technologies can support thinking processes both by offering different perspectives and by enriching teaching materials in terms of color, image, and sound. This study aims to provide a theoretical perspective on thinking skills that can be developed using AR applications. For this purpose, studies in the literature on developing thinking skills using AR were examined, and comments on which thinking skills this technology can develop were presented. As a result of the study, opinions were reached that thinking skills such as creative thinking, critical thinking, spatial thinking, historical thinking, mathematical thinking, computational thinking, artistic thinking, metacognitive thinking, formal operational thinking, visual thinking, higher order thinking can be developed by using AR applications.

Giriş

Hemen her alanda teknolojinin etkilerinin görüldüğü 21. yy'da, bu etkilere ve gelişimlere uyum sağlamak, toplumsal yaşama uyum sağlamakla aynı anlama gelmeye başlamıştır. Dünyanın her yerinde her saniye yeni bilgiler üretilmekte ve teknolojik gelişmeler sayesinde bu bilgilere insanlar istedikleri anda ve hızlıca erişilmektedir (Ortaş, 2018). 2020 yılı Ocak ayında elde edilen verilere göre, arama motoru olan Google'da ortalama her saniye 40 bin arama yapılmaktadır ve bu arama sayısı günlük 3,5 milyar ve yıllık 1,2 trilyon veriye erişmek anlamına gelmektedir (Kucuk, 2020). Küresel dünya düzeninde bilginin bu hızla artması, yayılması ve bilgiye erişimin kolaylaşması teknoloji sayesinde gerçekleşmektedir. Özellikle 2010 yılından sonrasında doğan ve Alfa kuşağı olarak adlandırılan nesil, teknolojiye uyumu oldukça yüksek ve teknoloji ile iç içe yaşayan bir nesil olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nesle sunulacak eğitim-öğretim etkinliklerinin de aktif ve ilgi çekici olmasının sağlanması teknolojik araç-gereçlerin eğitim ortamlarına eklenmesi ile gerçekleştirilmektedir. Venn'e (2007) göre 2000'li yıllar sonrası doğan nesil teknoloji ile büyümüştür ve öğrenme yolları bilgisayar ekranları, ikonlar, ses, oyunlar, keşif, başkalarını sorgulama gibi araç ve yöntemlerdir. Dolayısıyla onların öğrenmesini sağlamak için eğitim ortamlarını bu araç ve yöntemlerle zenginleştirmek önem arz etmektedir.

Teknolojinin Z kuşağı gençlere etkileri ve destekleyici özelliklerinin yanında beklenmedik değişiklikler de teknolojinin önemini vurgulayabilmektedir. Bunun en yakın örneği 2020'li yılların başında küresel çapta kendini gösteren Covid-19 salgını olmuştur. Bu salgın sonrası pek çok ülkede farklı eğitim kademelerinde uzaktan eğitime geçilmiştir. Bu geçişin sağlanması başlangıçta internet altyapılarındaki ve eğitim platformlarındaki yetersizlikler sebebiyle zor olsa da zamanla hızla gelişen ve güncellenen teknolojik araç-gereçler sayesinde, süreç tamamlanmıştır. Buna ek olarak Türkiye'de 6 Şubat tarihinde yaşanan ve on bir ili etkileyen deprem felaketi sonrasında da yükseköğretim kurumlarında uzaktan eğitim kararı alınmış, Covid-19 süreçlerinde gerçekleşen öğrenmeler sayesinde bu süreç daha hızlı ve organize bir şekilde tamamlanmıştır. Tüm bu süreçler teknoloji ile eğitimin bütünleştirilmesinin önemini vurgular niteliktedir.

Teknoloji ve bilimdeki hızlı gelişmeler Milli Eğitim Bakanlığının öğretim programlarına da yansımış, bu gelişmelerin bireylerde oluşturacağı rol değişimi şu şekilde açıklanmıştır (MEB, 2018, s.3):

“Bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişim, bireyin ve toplumun değişen ihtiyaçları, öğrenme öğretme teori ve yaklaşımlarındaki yenilik ve gelişmeler bireylerden beklenen rolleri de doğrudan etkilemiştir. Bu değişim bilgiyi üreten, hayatta işlevsel olarak kullanabilen, problem çözebilen, eleştirel düşünen, girişimci, kararlı, iletişim becerilerine sahip, empati yapabilen, topluma ve kültüre katkı sağlayan vb. niteliklerdeki bir bireyi tanımlamaktadır.”

Bu rol değişiminde bireylerin gelişim ve yenilik süreçlerine uyum sağlayabilmesi için gerekli olan becerilerden birisi düşünme becerileridir. Bu becerilerin geliştirilmesi bağımsız düşünebilen, sorgulayan, olaylara eleştirel bir gözle bakabilen, yaptığı iş ve işlemlerin neden ve sonuçları arasında bağlantı kurabilen ve mantıklı kararlar alabilen bireyler yetiştirilebilmesi açısından önem arz etmektedir. Düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır (Erkin, 2002; Semerci, 2003; Kaplan, 2005; Güngör-Akıncı, 2011; Tüzün ve Köseoğlu, 2018; Gürkan ve Dolapçioğlu, 2020). Bu amaçla yapılan çalışmalardan bazılarında ise düşünme becerilerinin gelişimi için teknolojik araç ve gereçlerden yararlanılmaktadır (Işık, 2012; Doğan, Kert, 2016; Oluk vd., 2018; Gürsan vd., 2021). Düşünme becerilerinin geliştirilmesi amacıyla kullanılacak teknolojik araçlardan biri artırılmış gerçeklik (AG) uygulamalarıdır. Bu uygulamalar ile somut ortamlara soyut nesnelere görüntüleri aktararak ortam zenginleştirilmekte, zamandan, mekândan ve maliyetten tasarruf sağlanabilmekte, öğrencilere zengin yaşantılar sunulabilmektedir.

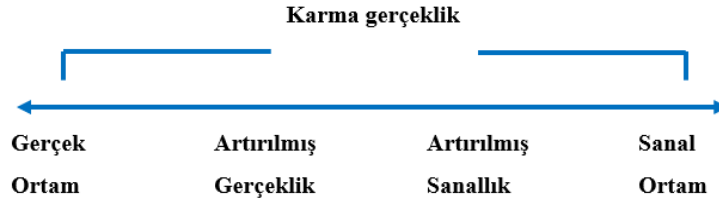
Çalışmada AG uygulamaları kullanılarak geliştirilebilecek düşünme becerilerinin neler olduğu ve bu becerilerin geliştirilmesinde AG uygulamalarının hangi özelliklerinin destekleyici olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmanın AG kullanılarak geliştirilebilen düşünme becerilerini bir arada sunması açısından araştırmacılara ve eğitim planlayıcılara yol gösterici olabilecek olmasından ötürü önemli olduğu düşünülmektedir.

Artırılmış Gerçeklik ve Sanallığın Sürekliliği

Artırılmış gerçeklik (AG) kavramı 90'lı yıllarda Thomas Caudell tarafından yaygın kullanılan bir terim haline gelmeden önce bu teknoloji; 1968 yılında Ivan Sutherland tarafından icat edilmiş, ardından 1974 yılında Myron Krueger tarafından bilgisayar grafiklerinin ekrana yansıtılmasını göstermek için bir projektör ve kamera sistemi icat edilmesiyle geliştirilmiştir (Roopa vd., 2021).

AG uygulamaları sanal dünyanın gerçek dünya üzerine yansıtıldığı, böylelikle zaman ve mekândan bağımsız olarak nesnelere erişim sağlanan bir teknolojidir. Kirner'in (2011) tanımına göre AG, teknolojik cihazlar tarafından sağlanan ve gerçek dünyadaki doğal etkileşimi kullanan, gerçek kullanıcı ortamıyla bilgisayar tarafından oluşturulan bilgi kombinasyonuna (statik ve dinamik görüntüler, uzamsal sesler ve dokunsal hisler) dayanan bir arayüzdür.

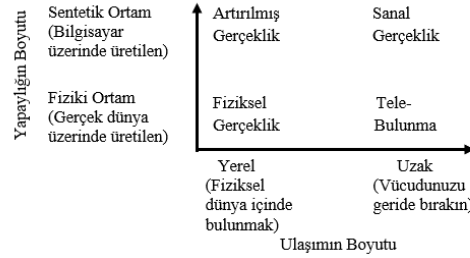
AG kavramından bahsedildiğinde diğer gerçeklik türleri de akla geldiği için zaman zaman kavramlar karıştırılmaktadır. Örneğin; AG ve sanal gerçeklik (SG) kavramlarının birbirleri ile benzer yönleri bulunsa da farklı süreçleri ifade etmektedirler. Bazı çalışmacılar AG'nin SG'nin bir türü olduğunu savunurken (Azuma, 1997); bazı araştırmacılar AG'nin SG'den daha genel olan bir kavram olduğunu savunmaktadırlar (Martín-Gutiérrez vd., 2010). SG uygulamalarında kullanıcı tamamen gerçek dünyadan farklı bir ortama daldırılırken, AG'de kullanıcı 3 boyutlu sanal nesnelere gerçek dünyasıyla bütünleştirir. Sanal ortamlar arasındaki farklılıklar sanallığın sürekliliği içerisinde ifade edilmekte ve bu süreklilik farklı şekillerde sınıflandırılabilmektedir. Milgram ve Kishino (1994) sanallık sürekliliğini "karma gerçeklik" başlığı altında tanımlamış ve aralarındaki ilişkiyi doğrusal bir şekilde görselleştirmiştir:



Şekil 1. Sanallık sürekliliği (Milgram ve Kishino, 1994'ten çevrilmiştir.)

Şekil 1'den de anlaşılacağı üzere Milgram ve Kishino'ya (1994) göre karma gerçeklik; gerçek ortam ile sanal ortam arasında tanımlanabilmektedir. "Gerçek ortam" içinde bulunduğumuz ve her türlü sanallıktan uzak dünyayı tanımlarken; "sanal ortam" çeşitli cihazlar aracılığıyla kişinin dâhil edildiği ve gerçek dünyadan tamamen bağımsız olarak bulunduğu (daldırıldığı) ortamı temsil eder. Bu süreklilik sisteminde geçiş aşamasında ise; gerçek ortamlara sanal görüntülerin dâhil edildiği "artırılmış gerçeklik" ve sanal ortama bireyin dâhil edildiği "artırılmış sanallık" bulunmaktadır.

Benford vd. (1998) ise sanallığın sürekliliğini "yapaylığın ve ulaşımın boyutları" olarak belirleyerek şu şekilde görselleştirmişlerdir:



Şekil 2. Gerçekliğin ulaşım ve yapaylığa göre sınıflandırması (Benford vd., 1998'den çevrilmiştir.).

Şekil 2'den de anlaşılacağı üzere gerçek dünya üzerinde üretilen ve gerçek dünya içinde bulunan ortam "fiziksel gerçeklik" kavramı ile açıklanırken; bu durumdan en uzak noktada bulunan alan ise "sanal gerçeklik" kavramı ile açıklanmaktadır. Gerçeklik ve sanallığın bir karması olarak görülen ortam ise artırılmış gerçeklik ile açıklanabilmektedir.

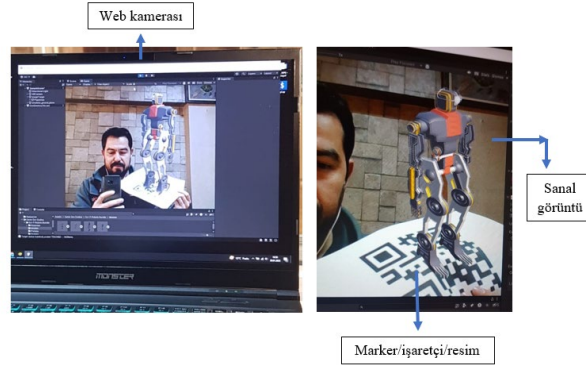
AG araçları kullanıcıları için; kamera, bilgisayar alt yapısı, işaretleyici ve somut nesneden oluşan dört farklı aracı birleştirerek 3 boyutlu ortamlar sunmaktadır (Önder, 2016). Bir uygulamanın AG uygulaması olması için taşınması gereken temel özellikler şunlardır (Cardoso vd., 2007):

- Gerçek zamanlı işleme,
- Sanal öğelerin gerçek çevre ile birleştirilmesi,
- 3D olarak tasarlanmış sanal öğelerin kullanımı.

Tüm bu özelliklerin bir araya getirilmesi ile oluşturulan AG uygulamalarının gerçek dünya üzerine yansıtılabilmesi için çeşitli araçlara ve görüntüleme sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Azuma vd.'ne (2001) göre görüntülerin algılanmasıyla ilgili artırılmış gerçeklik sistemleri, kullanılan ekran türüne göre dört şekilde sınıflandırılabilir:

- Gerçek görüntünün üzerine, gerçek sahneye uygun şekilde ayarlanmış sanal görüntülerin yansıtılmasını sağlayan lenslere sahip gözlükler veya kasklar kullanılan *doğrudan optik görüş sistemi*,
- Kaska monte edilmiş küçük monitörler aracılığıyla gerçek ortamın videolar ile zenginleştirilerek doğrudan kullanıcının gözünde görüntülediği *doğrudan video görüş sistemi*,
- Gerçek ortamı web kamerası ile yakalandıktan sonra, gerçek ortamın bilgisayar tarafından oluşturulan sanal öğelerle zenginleştirildiği, sonucun bilgisayar monitöründe görüntülediği, kullanıcının görüşü genellikle web kamerasının konumlandırılmasına bağlı olan ve en yaygın kullanılan sistem olan *monitör tabanlı video görüş sistemi*,
- Sanal nesnelerin görüntülerinin gerçek ortamın yüzeyine yansıtıldığı *projeksiyon optik görüş sistemi*.

Butchart'ın (2011; akt. Chen ve Tsai, 2012) sınıflandırmasına göre ise AG sistemleri marker (resim) tabanlı ve marker tabanlı olmayan (lokasyon tabanlı) uygulamalar olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.



Şekil 3. Marker (resim, işaretçi) tabanlı AG uygulamaları

AG'nin pek çok ortama uyarlanabilir ve uygulanabilir olması özelliği bu teknolojinin kullanımının yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Öyle ki AG eğitim, sağlık, mühendislik, sanat, astronomi, mimari, oyunlaştırma, müze gezileri, konum bulma, görselleştirme, tasarım, seyahat, turizm, iletişim, yayıncılık, savunma teknolojileri gibi pek çok alanda kendine uygulama ortamı bulabilmektedir.

Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim

AG'de dijital içerik gerçek dünyanın üzerine yansıtılır. Bu yansıtma; tabletler, akıllı telefonlar veya kameralar aracılığıyla metnin, sesin, görüntünün, 3D modellerin veya videoların kullanıcıların gerçek dünyaya ilişkin algılarına karıştırılması ile yapılabilir. AG aracılığıyla bir nesnenin görsel grafikleri geliştirebilir, o nesne alıştığımızdan farklı bir perspektiften görüntülenebilir veya orada olmayan bir şey ekleyebilir (Glover, 2018, s. 29). AG gerçek dünyayı sanal bileşenlerle zenginleştirir. AG uygulamaları öğrenme deneyimini kolaylaştırabilen gerçeğe benzer üç boyutlu sanal nesnelerle daha iyi görselleştirme ve etkileşim sağlamada etkili olmaktadır. Böylece gerçek dünyada grafikleri, videoları, metinleri ve sesleri üst üste bindirerek öğrencilerin öğrenme deneyimleri yaşamasını sağlamaktadır. AG özellikle hâlihazırda kullanımda olan öğrenme teknolojilerinin ve araçlarının daha fazla geliştirmeye ihtiyaç duyulduğu durumlarda, mevcut öğrenme araçlarını ve deneyimlerini iyileştirmek ve üzerine inşa etmek için de kullanılabilir (Pelletier vd., 2022 s. 21). Öğrenim sırasında AG kullanımı öğrencilerin bilgiyi işlemesine, hatırlamasına ve edinmesine yardımcı olur ve öğrencilerin öğrenim süreçlerine katılımını artırır (Kairu, 2021).

AG uygulamaları kullanılarak geliştirilen oyunlar 21. yüzyıl becerilerini öğretmek için motive edici, eğlenceli ve ilgi çekici ortamlar oluşturabileceği gibi, bu oyunlar işbirlikçi öğrenme stillerini, bilginin kendi kendine belirlenen yapılarını ve değerlendirmelerini, yansıtma, yaratıcılık, merak, yenilik ve keşfi desteklemektedir (Schrier, 2006). Ayrıca AG uygulamaları, gerçek dünya ve sanal bilgiyi birleştirebilme kapasitesi ile bilginin

erişilebilirliğini artırarak öğrencilere "mükemmel konumlandırılmış iskele" sağlama ve böylece bilişsel aşırı yüklenmeyi azaltma ve bir dizi başka yolla öğrenmeyi mümkün kılma becerilerine sahiptir (Bower vd., 2014). Hemen her uygulamada olduğu gibi AG uygulamalarının da sunduğu faydaların yanında olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Örneğin; AG uygulamalarının ve eğitimde diğer teknolojilerin kullanımı, öğrencilere aktif öğrenmeler sağlamasına ve onları motive ederek etkili bir öğrenme sağlayabilmesine karşın kullanılan teknolojinin eleştirel düşünmeyi, anlam oluşturmaya veya üst bilişi teşvik etmemesi durumunda teknolojinin pasif bir öğrenme süreci yaratacağı sorununu ortaya çıkartmaktadır (Saidin vd., 2015).

Artırılmış Gerçeklik ve Düşünme Eğitimi

Düşünmek düşüncelerin zihinden geçmesidir ve bu düşüncelerin zihne geliş sıralamasını deneyimler belirler (Pyle, 1917). Düşünme "bağlantıları ve biçimleri kavrama, karşılaştırmalar yapma, ayırma, birleştirme yetisidir" (Başerer, 2021, s. 1). Her bireyin deneyimi ve duysal sistemi farklı olduğu için, herhangi iki insanın dünyayı tamamen aynı şekilde algılaması mümkün değildir (Rosenberg, 2001).

White'a (2002; akt. Robson ve Hargreaves, 2005) göre "düşünme" egzersizler yapılarak geliştirilebilir olmasından dolayı bir "beceri" olarak nitelendirilebilmektedir. Düşünme becerilerinin geliştirilebilmesi için öğrencilere farklı görüşlerin tartışıldığı ortamlar oluşturularak düşünceleri sağlanmalı, zengin etkinlikler sunulmalı ve öğrencilerin ihtiyaç duydukları uygulamalar ile gelişimleri desteklenmelidir (Güneş, 2012).

AG uygulamaları çok yönlü düşünme, problem çözme, bilgi yönetimi, takım çalışması, esneklik, sivil katılım ve farklı bakış açılarının kabulü gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır (Schrier, 2006). Bu çalışmada AG teknolojileri kullanılarak düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik araştırmalar ele alınarak, AG ve düşünme becerileri arasındaki ilişki somut bir şekilde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Tablo 1'de AG kullanılarak geliştirilen düşünme becerileri ve bu becerilerin gelişimine yönelik çalışmaları içeren referanslardan örnekler sunulmuştur.

Tablo 1. Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları Kullanılarak Geliştirilebilecek Düşünme Becerileri

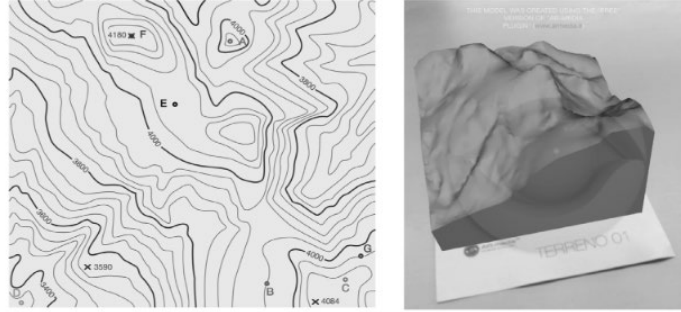
Düşünme Becerileri	Referanslar
Yaratıcı Düşünme	Cerqueira ve Kirner, 2012; Bower vd., 2014; Oh vd., 2016; Sarkar vd., 2019; Wongchiranuwat vd., 2021; Yousef, 2021; Arifuddin vd., 2022; Buditjahjanto ve Irfansyah, 2023; Lin ve Wang, 2023
Eleştirel Düşünme	Schrier, 2006; Dunleavy vd., 2009; Bower vd., 2014; Demirel, 2017; Syawaludin vd., 2019; Suryanti vd., 2020; Faridi vd., 2021; Amalia vd., 2023
Uzamsal Düşünme/ Mekânsal Düşünme	Cerqueira ve Kirner, 2012; Salinas ve Pulido, 2016; Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017a; Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017b; George vd., 2020; Midak vd., 2020; Johnson ve McNeal, 2022
Tarihsel Düşünme	Schrier, 2006
Matematiksel Düşünme	Dunleavy vd., 2009; Mitchell, 2011; Arifuddin vd., 2022.
Bilgi İşlemsel Düşünme/ Bilgisayarca Düşünme/ Hesaplamalı Düşünme	Gardeli ve Vosinakis, 2019; Yang vd., 2023
Sanatsal Düşünme	Antonia ve Evgenia, 2018
Üstbilişsel Düşünme	Kairu, 2021
Formal İşlemsel Düşünme	Herpich vd., 2018
Görsel Düşünme	Aldalah vd., 2019; Almugren, 2020; Elsayed, Al-Najrani, 2021; Ahmad, 2021
Üst Düzey Düşünme	Sylvia vd., 2021

Yaratıcı düşünme; bireyin bir problem, olay ya da durum karşısında ortaya koyduğu fikirlerin akıcılık, esneklik ve özgünlük açısından yeterliliğidir (Torrance, 1966). Yaratıcı bir öğrenme ortamı olarak AG, öğrenciler arasında yaratıcı işbirliğine yardımcı olur ve öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirebilir (Hidajat, 2023). Monitöre dayalı AG uygulamaları, eğitim faaliyetlerini iyileştirmek, bu faaliyetleri daha yaratıcı ve etkileşimli hale getirmek ve öğrencilerin öğrenmeye motive olmasını sağlamak için güçlü bir araçtır (Cerqueira & Kirner, 2012). Buditjahjanto ve Irfansyah'ın (2023) çalışmasına göre AG kullanılarak oluşturulan öğrenme

ortamı öğrencilerin yaratıcı düşünme düzeylerinin bilişsel ve psikomotor öğrenme çıktılarını olumlu yönde etkilemektedir.

Eleştirel düşünme; düşünceyi geliştirmek amacıyla analiz etme ve geliştirme sanatıdır (Paul ve Elder, 1991). Bu düşünme biçimi; kanıtları analiz etme, tümevarımsal veya tümdengelsel akıl yürütme kullanarak çıkarım yapma, yargılama veya değerlendirme, karar verme veya problem çözme gibi bileşenleri içerir (Lai, 2001). AG uygulamalarının dijital ve fiziksel nesnelere birleştiren öğrenme ortamları yaratarak, birbirine bağlı işbirlikçi alıştırmalar yoluyla eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim kurma gibi becerilerinin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır (Dunleavy vd., 2009). Faridi vd. (2021) çalışmalarında AG uygulamaları kullanılarak geliştirilen fizik öğretiminin öğrencilerin öğrenme kazanımları ve eleştirel düşünme becerileri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Uzamsal/ mekânsal düşünme; günlük yaşamda, işyerinde ve bilimde, mekânın özelliklerini kullanarak sorunları yapılandırmak, cevaplar bulmak ve çözümleri ifade etmek için kullanılacak bilişsel bir beceridir (National Research Council & Geographical Sciences Committee, 2005). Bu düşünme becerisi; mekân kavramları, temsil araçları ve muhakeme süreçleri olmak üzere üç bileşeni içermektedir (National Research Council & Geographical Sciences Committee, 2005). Uzamsal/ mekânsal düşünmenin bileşenlerinden olan “temsil araçları”nın AG uygulamaları ile desteklenerek kabartma haritaların yorumlanması için bir araç olarak kullanılmasının, bireylerin harita okuma becerisi üzerinde olumlu bir etkisi olabilmektedir (Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017). Bu düşünme becerisinin öğrenimi coğrafya eğitimi için oldukça önemlidir. Çünkü mekânın incelenmesi coğrafyanın diğer disiplinlerden farklılaşmasını sağlamaktadır (Scholz vd., 2014). Öğrencilerin üç boyutlu nesnelere öğrenmeye başladıklarında uzamsal becerilerin geliştirilmesi oldukça kritik bir öneme sahiptir (Cerqueira ve Kirner, 2012). Ayrıca AG uygulamaları aracılığı ile uzamsal düşünme becerisinin geliştirilebilir olması, matematik öğrenimi için oldukça önemli bir beceri olan içsel görselleştirme sürecini teşvik etmektedir (Salinas ve Pulido, 2016). AG uygulamaları aracılığıyla karmaşık geometrik şekillerin 3 boyutlu modelleriyle temsil edilebilmesi öğrencilerin uzamsal düşüncelerini geliştirmelerini kolaylaştırmaktadır (Kiryakova vd., 2018).



Şekil 4. AG uygulamaları ile desteklenmiş kabartma haritalar (Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017)

Tarihsel düşünme; tarih öğretimi ile kazanılması gereken kronolojik düşünme, tarihsel anlama, tarihsel analiz, yorum ve karar verme gibi bir dizi düşünme becerisini içinde barındırır (Demircioğlu, 2009). Tarihsel olaylara ve yerlere uygun olarak tasarlanan AG uygulamaları aracılığıyla tarih bilgisi ve tarihsel düşünme becerisi desteklenebilmektedir (Schrier, 2006).

Matematiksel düşünme, problemlerin çözümünde matematiksel tekniklerin, kavramların ve süreçlerin açık ya da örtük olarak uygulanmasıdır (Henderson vd., 2002). Ayrıca bu düşünme becerisi mantıksal ve analitik düşünmenin yanı sıra niceliksel muhakemeyi de içermektedir (Devlin, 2012). AG uygulamaları aracılığı ile matematiksel düşünmenin gelişimine olanak sağlayacak görsel somutlaştırmalar yapılabilmektedir (Salinas ve Pulido, 2016).

Bilgi İşlemsel Düşünme/ Bilgisayarca Düşünme/ Hesaplamalı Düşünme; 1996 yılında Papert tarafından “computational thinking” adı ile belirtilen bu düşünme türü Türkçe alanyazına farklı şekillerde çevrilmiştir (Kirit vd., 2018). Bu düşünme süreçleri, bilgisayar biliminin temel kavramlarından yararlanarak sorunları çözmeyi, sistem tasarlamayı ve insan davranışını anlamayı içeren, bilgisayar bilimi alanının genişliğini yansıtan bir dizi zihinsel aracı içerir (Wing, 2006). AG uygulamaları aracılığıyla öğrencilere; yaratıcılık, rekabet, işbirliği ve hayal kurma gibi oyun özelliklerini barındıran içerikler sunulurken, sıralı programlama, değişkenler, kod

optimizasyonu ve hata ayıklama gibi bilgi işlemsel düşünme süreçleri de öğretilmektedir (Gardeli ve Vosinakis, 2019).



Şekil 5. Bilgi işlemsel/bilgisayarca/hesaplamalı düşünme becerilerini geliştirmek için kullanılan ARQuest uygulaması (Gardeli ve Vosinakis, 2019)

Sanatsal düşünme; öğretmenlerin müfredatlarında sanat eserlerini öğrencilerin düşünmesini ve öğrenmesini güçlendirecek şekilde düzenli olarak kullanmalarına yardımcı olan bir programdır (Tishman ve Palmer, 2006). Akıl yürütme; bakış açılarını keşfetme; karmaşıklığı bulma; karşılaştırma ve bağlantı kurma; sorgulama ve araştırma; gözlemlenme ve tanımlama olmak üzere altı eğilime odaklanır (Tishman ve Palmer, 2007). Sanatsal düşünme süreçleri düzenli olarak kullanıldığında öğrencilerin yeni düşünme süreçlerinde ustalaşmalarına ve içselleştirmelerine yardımcı olur (Ritchhart, 2002). AG uygulamaları sanatsal düşünmenin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Antonia ve Evgenia (2018) çalışmalarında AG uygulamalarının anaokulu öğrencilerinin hikâye oluşturma eğilimleri üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu ve bu etkinin sanatsal düşünme süreçlerine etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır.

Üstbilişsel düşünme; bireyin içinde bulunduğu durumu tanımlayarak planlama, izleme ve değerlendirme süreçlerini eleştirel ve nitelikli bir şekilde yapılandırdığı düşüncedir (Karaoğlan-Yılmaz vd., 2019). Kairu (2021) AG uygulamalarının bilişsel düşünceyi geliştirip geliştirmediğine dair geniş çaplı bir literatür taraması gerçekleştirmiştir. Bu çalışması sonunda, AG uygulamalarının bilişsel düşünceyi geliştirdiği sonucuna ulaşırken, öğretmenlere bu uygulamalar sırasında artan bilişsel yükü azaltan ve öğrenme içeriğinin uzun süreli hafızasını destekleyen şekilde AG uygulamaları geliştirmeleri gerektiği konusunda uyarıda bulunmuştur.

Formal işlemsel düşünme; Piaget'nin bilişsel gelişim kuramına göre işlemsel düşüncenin somut ve formal olmak üzere iki dönemi bulunmaktadır (Kıncal ve Yazgan, 2010). Bir birey formal işlemsel düşünme becerisini edindiğinde somut bir nesneyi bir diğer somut nesneye ya da soyut bir fikre genelleme, üst düzey matematiksel düşünme gerektiren problemleri çözme ve bu becerisini diğer problemlere aktarabilme, olasılıksal düşünebilme ve düşünce süreçlerini eleştirebilme gibi becerilere de erişebilir (Kıncal ve Yazgan, 2010). Sanal ve artırılmış laboratuvarlar bireylerin simülasyonlar aracılığı ile deneyler yapmasını sağlayarak onların; gözlemlenen süreçlerin işleyişini özetleyen genel kuralları sezilmelerini, deneylerin süreç ve sonuçlarındaki değişkenleri keşfedebilmelerini, formal düşünceye veya üst düzey düşünceye özgü işlemleri geliştirilmelerini sağlayabilir (Herpich vd., 2018).

Görsel düşünme; imgelere farklı bakış açıları geliştirme ve görselin bütünü anlamlandırma becerisi olmasının yanı sıra bireylerin önceki duysal deneyimleri ve soyut-sözel faaliyetlerinin sentezi olan bir beceridir (Zhukovskiy ve Pivovarov, 2008). AG uygulamalarının öğrencilere soyut nesnelere görsel olarak somutlaştırma ve üç boyutluluk kazandırma yeteneği öğrencilerin görsel düşünme becerisini kazanmalarını sağlayabilmektedir. Üst düzey düşünme; öğrencilerin problemleri işleme ve analiz etme ve ardından öğrencilerin mantıksal kanıtlara dayanarak yeniden ifade edebilecekleri en iyi çözümleri bulma yetenekleridir (Sylvia vd., 2021). Üst düzey düşünme becerileri, diğer düşünme becerilerini de kapsayan geniş bir beceridir. AG uygulamaları ile diğer düşünme becerilerine ek olarak bu düşünme becerisi de geliştirilebilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Teknolojideki gelişmeler hayatın her alanını etkilediği gibi eğitim alanını da etkilemektedir. Bu gelişmelerden görece en yenilerinden biri olan AG uygulamaları da kendine eğitim alanında yer edinmeye başlamıştır. Bu uygulamalar öğrencilere ve eğitimcilere zamandan, mekândan ve paradan tasarruf sağlamakta; erişilmesi zor olan pek çok ürünün 3 boyutlu görsellerini kolay bir şekilde erişilebilir hale getirmektedir. Ayrıca bu uygulamalar ile materyaller boyutlarının yanında ses ve görüntü gibi açılardan da desteklenmekte, böylelikle ilgi çekiciliği ve ilgiyi de artırmaktadır (Azuma, 1997). Buna ek olarak öğrencilerin ders motivasyonları artırmakta ve bu durum ders başarılarına katkı sağlamaktadır (Moreno-Guerrero vd., 2020).

AG uygulamaları sayesinde normal sınıf ortamında gerçekleştirilemeyen deneylerin gerçekleştirilebilmesi, yine sınıf ortamında ulaşılamayabilecek nesne, obje ve canlı-cansız varlıklara üç boyutlu bir ortamda ulaşılabilmesi öğrencilerin öğrenme ortamlarını zenginleştirebilmektedir. Viyana Teknoloji Üniversitesi tarafından matematik ve geometri eğitiminin desteklenmesi için geliştirilen AG sistemlerinin; öğrencilerin öğrenmelerine katkı sağladığı, bu yazılımın kullanımının kolay olduğu ve geometrik yapılarla deney yapılmasını teşvik ettiği sonuçlarına ulaşılmıştır (URL 1). AG teknolojisi, yüksek eğitim kurumları için özellikle karmaşık teoriler, sistem veya makine mekanizmaları hakkındaki bilgi ve becerilerin geliştirilmesinde de çok verimli ve etkin bir teknolojidir (Lee, 2012). Delello vd. (2015) sınıf içi öğrenmeyi iyileştirmek için geliştirmiş oldukları bir AG uygulamasının öğrencilere -farklı alanlarda dahi olsalar- daha verimli bir eğitim sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

Eğitimde AG uygulamalarının etkileri dikkate alındığında, her kademe ve alandaki öğrencilerin daha etkili öğrenmelerini sağladığını söylemek yanlış olmayacaktır. AR uygulamaları son birkaç yıldır her kademedeki öğretimde fiziksel, bilişsel, kişisel ve sosyal yetenekleri geliştirmek amacıyla kullanılmış ve sonuç olarak öğrencilere sosyal becerilerini, sosyal ilişkilerini ve katılımlarını geliştirmede yardımcı olduğunu kanıtlanmıştır (Jdaitawi ve Kan'an, 2022). Sadece Matematik, Fizik gibi bilimlerde değil, görselleştirmenin sağlanabildiği her bilim alanında etkin şekilde AR uygulamaları geliştirilerek dijital dünyaya doğmuş olan nesillerin daha iyi eğitim almaları sağlanabilir.

Eğitimde AG uygulamalarının kullanıldığı pek çok farklı alan bulunmaktadır. Bu çalışmada AG uygulamalarının hangi düşünme becerilerinin gelişmesini sağlayabileceğine dair bir fikir ortaya konulması amaçlanmıştır. Düşünme becerileri tanımlanması oldukça karmaşık olan geliştirilebilir becerilerdir. Hayatın her alanında sorgulayabilen, doğru kararlar alabilen, eylemlerinin sebeplerini ve sonuçlarını değerlendirebilen bireylerin yetiştirilebilmesi için eğitim süreçlerinde düşünme becerilerine yönelik etkinliklerin planlanması ve hayata geçirilmesi gereklidir. Yapılan alanyazın taraması sonucunda, AG uygulamalarının pek çok farklı düşünme becerisini geliştirme konusunda etkili bir araç olduğu ortaya konulmuştur.

Bu düşünme becerileri; yaratıcı düşünme (Cerqueira ve Kirner, 2012; Bower vd., 2014; Oh vd., 2016; Sarkar vd., 2019; Wongchiranuwat vd., 2021; Yousef, 2021; Arifuddin vd., 2022; Buditjahjanto & Irfansyah, 2023; Lin ve Wang, 2023), eleştirel düşünme (Schrier, 2006; Dunleavy vd., 2009; Bower vd., 2014; Demirel, 2017; Syawaludin vd., 2019; Suryanti vd., 2020; Faridi vd., 2021; Amalia vd., 2023), uzamsal düşünme/mekânsal Düşünme (Cerqueira ve Kirner, 2012; Salinas ve Pulido, 2016; Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017a; Carbonell Carrera ve Bermejo Asensio, 2017b; George vd., 2020; Midak vd., 2020; Johnson ve McNeal, 2022), tarihsel düşünme (Schrier, 2006), matematiksel düşünme (Dunleavy vd., 2009; Mitchell, 2011; Arifuddin vd., 2022), bilgi işlemsel düşünme/ bilgisayarca düşünme/ hesaplamalı düşünme (Gardeli & Vosinakis, 2019; Yang vd., 2023), sanatsal düşünme (Antonia ve Evgenia, 2018), üstbilişsel düşünme (Kairu, 2021), formal operasyonel düşünme (Herpich vd., 2018), görsel düşünme (Aldalalah vd., 2019; Almugren, 2020; Elsayed, Al-Najrani, 2021; Ahmad, 2021), üst düzey düşünme (Sylvia vd., 2021) şeklinde sıralanabilir. Yapılan çalışmalar ve AG teknolojisinin pozitif etkileri göz önüne alındığında yazılımcılara, araştırmacılara ve eğitim planlayıcıları için şu önerilerde bulunmak mümkündür:

- Düşünme becerilerinin gelişimine katkı sağlayacak yeni AG uygulamaları geliştirilerek, bu uygulamaların Türk öğrenciler için kullanılabilirliği üzerinde deneysel çalışmalar yapılabilir,
- AG uygulamaları kullanılarak düşünme becerilerinin geliştirilmesi üzerine eylemsel çalışmalar yapılabilir,
- AG uygulamaları aracılığıyla farklı düşünme becerilerinin gelişiminin bir arada test edildiği çalışmalar gerçekleştirilebilir,
- Türkçe ara yüze sahip bir AG platformu geliştirilebilir,

- Ders kitapları AG uygulamaları ile zenginleştirilerek, farklı materyallere erişimi olmayan öğrencilerin erişimleri kolaylaştırılabilir ve böylelikle eğitimde fırsat eşitliğine imkân sağlanabilir.

Kaynakça

- Ahmad, F. A. R. O. B. (2021). The effect of augmented reality in improving visual thinking in mathematics of 10th-grade students in Jordan. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 12(5).
- Aldalalah, O., Ababneh, Z., Bawaneh, A., & Alzubi, W. (2019). Effect of augmented reality and simulation on the achievement of mathematics and visual thinking among students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 14(18), 164-185.
- Almugren, I. H. (2020). The Effectiveness of Using Augmented Reality Technology in Teaching Art Education to Develop the Skills of Visual Thinking among First Year Students in Middle School in Riyadh City. *Journal of Educational & Psychological Sciences*, 21(2).
- Amalia, N. R., Sihotang, I. P., Nurhayani, N., & Sam, S. R. (2023). Pengaruh Media Augmented Reality terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *FONDATA*, 7(1), 41-51.
- Antonia, D., & Evgenia, R. (2018). Artful thinking and augmented reality in kindergarten: technology contributions to the inclusion of socially underprivileged children in creative activities. In *Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 187-194).
- Arifuddin, A., Wahyudin, W., Prabawanto, S., Yasin, M., & Elizanti, D. (2022). The Effectiveness of Augmented Reality-Assisted Scientific Approach to Improve Mathematical Creative Thinking Ability of Elementary School Students. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 9(2), 444-455.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6), 34-47.
- Başerer, D. (2021). *Düşünme eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Benford, S., Greenhalgh, C., Reynard, G., Brown, C., & Koleva, B. (1998). Understanding and constructing shared spaces with mixed-reality boundaries. *ACM Transactions on computer-human interaction (TOCHI)*, 5(3), 185-223.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education—cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Buditjahjanto, I.G.P.A., & Irfansyah, J. (2023). Augmented reality on students' academic achievement viewed from the creative thinking level. *Journal of Technology and Science Education*, 13(3), 597-612.
- Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017a). Augmented reality as a digital teaching environment to develop spatial thinking. *Cartography and geographic information science*, 44(3), 259-270.
- Carbonell Carrera, C., & Bermejo Asensio, L. A. (2017b). Landscape interpretation with augmented reality and maps to improve spatial orientation skill. *Journal of Geography in Higher Education*, 41(1), 119-133.
- Cardoso, A., Kirner, C., Júnior, E. L., & Kelner, J. (2007). Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada. *Editora Universitária UFPE*, 1-19.
- Cerqueira, C. & Kirner, C. (2012). Developing Educational Applications with a Non-Programming Augmented Reality Authoring Tool. In T. Amiel & B. Wilson (Eds.), *Proceedings of EdMedia 2012-World Conference on Educational Media and Technology* (pp. 2816-2825).
- Chen, C. M. & Tsai, Y. N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652.
- Delello, J. A., Mcwhorter, R. R., & Camp, K. M. (2015). Integrating augmented reality in higher education: A multidisciplinary study of student perceptions. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 24(3), 209-233.
- Demircioğlu, İ. H. (2009). Tarih öğretmenlerinin tarihsel düşünme becerilerine yönelik görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 39(184), 228-239.
- Demirel, T. (2017). *Argümantasyon yöntemi destekli artırılmış gerçeklik uygulamalarının akademik başarı, eleştirel düşünme becerisi, fen ve teknoloji dersine yönelik güdülenme ve argümantasyon becerisi üzerindeki etkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Devlin, K. J. (2012). *Introduction to mathematical thinking* Palo Alto, CA: Keith Devlin.

- Doğan, U., & Kert, S. B. (2016). Bilgisayar oyunu geliştirme sürecinin, ortaokul öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine ve algoritma başarılarına etkisi. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 33(2), 21-42.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 7-22.
- Elsayed, S. A., & Al-Najrani, H. I. (2021). Effectiveness of the augmented reality on improving the visual thinking in mathematics and academic motivation for middle school students. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(8), em1991.
- Erktin, E. (2002). İlköğretimde düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 16(16), 61-70.
- Faridi, H., Tuli, N., Mantri, A., Singh, G., & Gargish, S. (2021). A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 258-273.
- Gardeli, A., & Vosinakis, S. (2019). ARQuest: A tangible augmented reality approach to developing computational thinking skills. In *2019 11th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-8). IEEE.
- George, R., Howitt, C., & Oakley, G. (2020). Young children's use of an augmented reality sandbox to enhance spatial thinking. *Children's Geographies*, 18(2), 209-221.
- Glover, L. (2018). *Unity 2018 Augmented Reality Projects, Build four immersive and fun AR applications using ARKit, ARCore, and Vuforia*. UK: Packt Publishing Ltd.
- Güneş, F. (2012). Öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirme. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (32), 127-146.
- Güngör-Akıncı, B. A. (2011). *İlköğretim sosyal bilgiler öğretiminde temsili resim kullanımıyla tarihsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Gürkan, B., & Dolapçioğlu, S. (2020). Sosyal bilgiler dersinde estetik yaratıcılık öğretim etkinlikleriyle yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(202).
- Gürsan, S., Broutin, M. S. T., & İpek, J. (2021). Eleştirel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan teknoloji destekli öğretim uygulamalarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 703-744.
- Henderson, P. B., Hitchner, L., Fritz, S. J., Marion, B., Scharff, C., Hamer, J., & Riedesel, C. (2002). Materials development in support of mathematical thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*, 35(2), 185-190.
- Herpich, F., Guarese, R. L. M., Fratin, V., & Tarouco, L. M. R. (2018). Augmented reality impact in the development of formal thinking. *4th Annual International Conference of the Immersive Learning Research Network (ILRN2018)* (pp. 23-34).
- Hidajat, F. A. (2023). Augmented reality applications for mathematical creativity: a systematic review. *Journal of Computers in Education*, 1-50.
- Işık, A. D. (2012). Sunular yardımıyla öğrencilerin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirme. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 1(1), 89-96.
- Jdaitawi, M. T., & Kan'an, A. F. (2022). A decade of research on the effectiveness of augmented reality on students with special disability in higher education. *Contemporary Educational Technology*, 14(1).
- Johnson, E. T., & McNeal, K. S. (2022). Student perspectives of the spatial thinking components embedded in a topographic map activity using an augmented-reality sandbox. *Journal of Geoscience Education*, 70(1), 13-24.
- Kairu, C. (2021). Augmented reality and its influence on cognitive thinking in learning. *American Journal of Educational Research*, 9(8), 504-512. doi: 10.12691/education-9-8-6.
- Kaplan, E. (2005). *İlköğretim öğrencilerinin tarihsel düşünme becerilerinin sözlü tarih çalışmalarıyla geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi.
- Karaoğlan-Yılmaz, F. G., Yılmaz, R., Üstün, A. B., & Keser, H. (2019). Examination of critical thinking standards and academic self-efficacy of teacher candidates as a predictor of metacognitive thinking skills through structural equation modelling. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi [Journal of Theoretical Educational Science]*, 12(4), 1239-1256.
- Kıncal, R. Y., & Yazgan, A. D. (2010). Investigating the formal operational thinking skills of 7th and 8th grade primary school students according to some variables. *Elementary Education Online*, 9(2).

- Kirmit, Ş., Dönmez, İ., & Çataltaş, H. E. (2018). Üstün yetenekli öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin incelenmesi. *Journal of STEAM Education*, 1(2), 17-26.
- Kirner, C. (2011). Prototipagem rápida de aplicações interativas de realidade aumentada. *Tendências e Técnicas em Realidade Virtual e Aumentada*, 2(1), 29-54.
- Kiryakova, G., Angelova, N., & Yordanova, L. (2018). The potential of augmented reality to transform education into Smart education. *TEM Journal*, 7(3).
- Kucuk, B. (2020). İnternette 1 saniye içinde neler oluyor? <https://tr.euronews.com/2020/01/20/internette-1-saniye-icinde-neler-oluyor> sayfasından erişilmiştir.
- Lai, E. R. (2011). Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6(1), 40-41.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *Techtrends Tech Trends* 56, 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Lin, Y. J., & Wang, H. C. (2023). Applying augmented reality in a university English class: Learners' perceptions of creativity and learning motivation. *Innovation in Language Learning and Teaching*, 17(2), 291-305.
- Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J. L., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.
- Midak, L. Y., Kravets, I. V., Kuzyshyn, O. V., Berladnyuk, K. V., Buzhdyhan, K. V., Baziuk, L. V., & Uchitel, A. D. (2020). Augmented reality in process of studying astronomic concepts in primary school. *Workshop Proceedings*. 2731. pp. 239-250.
- Milgram, P. and Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEEE Transactions on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Hayat Bilgisi Dersi Öğretim Programı*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/2018122171428547-HAYAT%20B%20C4%B0LG%20C4%B0S%20C4%B0%20C3%96%20C4%9ERET%20C4%B0M%20PROGRA MI.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Mitchell, R. (2011). Alien Contact! Exploring teacher implementation of an augmentedreality curricular unit. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 30,271–302.
- Moreno-Guerrero, A. J., Alonso García, S., Ramos Navas-Parejo, M., Campos-Soto, M. N., & Gómez García, G. (2020). Augmented reality as a resource for improving learning in the physical education classroom. *International Journal of environmental research and public health*, 17(10), 3637.
- National Research Council, & Geographical Sciences Committee. (2005). *Learning to think spatially*. National Academies Press.
- Oh, Y. J., Suh, Y.S., & Kim, E. K. (2016). Picture puzzle augmented reality system for infants creativity. *Eighth international conference on ubiquitous and future networks (ICUFN)*, (pp. 343–346).
- Oluk, A., Korkmaz, Ö., & Oluk, H. A. (2018). Scratch'ın 5. sınıf öğrencilerinin algoritma geliştirme ve bilgi-ışlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 54-71.
- Ortaş, İ. (2018). Bilgi ve iletişim çağında bilimsel bilgiye erişimin önemi ve Türkiye'nin bilgiye erişim potansiyeli. *Türk Kütüphaneciliği*, 32(3), 223-232.
- Önder, R. (2016). Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: aurasma ve color mix. *Akademik Bilişim Konferansı*.
- Paul, R., & Elder, L. (1992). Critical thinking: What, why, and how. *New directions for community colleges*, 77(2), 3-24.
- Pelletier, K., McCormack, M., Reeves, J., Robert, J., Arbino, N., Dickson-Deane, C., ... & Stine, J. (2022). *2022 EDUCAUSE Horizon Report Teaching and Learning Edition* (pp. 1-58). EDUC22.
- Pyle, W. H.. (1917). *The science of human nature: A psychology for beginners.*, (pp. 152-175). New York, NY, US: Silver, Burdett & Company, vii, 229 pp.
- Robson, S., & Hargreaves, D. J. (2005). What do early childhood practitioners think about young children's thinking?. *European Early Childhood Education Research Journal*, 13(1), 81-96.
- Ron Ritchhart. 2002. *Intellectual character: what it is, why it matters, and how to get it*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Roopa, D., Prabha, R., & Senthil, G. A. (2021). Revolutionizing education system with interactive augmented reality for quality education. *Materials Today: Proceedings*. 46, 3860-3863.

- Rosenberg, M. (2001). The how of thinking: the secrets of neuro-linguistic programming. *Analytic Teaching*, 20(2).
- Saidin, N. F., Halim, N. D. A., & Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and applications. *International education studies*, 8(13), 1-8.
- Salinas, P., & Pulido, R. (2016). Understanding the conics through augmented reality. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 341-354.
- Sarkar, P., Sakhardande, P., Oza, U., & Pillai, J. (2019). Study of augmented reality interaction mediums (AIMs) towards collaboratively solving open-ended problems. *27th International conference on computers in education conference*.
- Scholz, M. A., Huynh, N. T., Brysch, C. P., & Scholz, R. W. (2014). An evaluation of university world geography textbook questions for components of spatial thinking. *Journal of Geography*, 113(5), 208-219.
- Schrier, K. (2006). Using augmented reality games to teach 21st century skills. In *ACM Siggraph 2006 Educators Program*.
- Semerci, Ç. (2003). Eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 28(127).
- Suryanti, S., Arifani, Y., & Sutaji, D. (2020). Augmented Reality for Integer Learning: Investigating its potential on students' critical thinking. *Journal of Physics: Conference Series*, 1613 (1).
- Syawaludin, A., Gunarhadi & Rintayati, P. (2019). Development of Augmented Reality-Based Interactive Multimedia to Improve Critical Thinking Skills in Science Learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331-344.
- Sylvia, F., Ramdhan, B., & Windyariani, S. (2021). Efektivitas Augmented Reality terhadap higher order thinking skills siswa pada pembelajaran biologi. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 7, 131-142.
- Tishman, S., & Palmer, P. (2006). *Artful thinking: stronger thinking and learning through the power of art final report*. Project Zero.
- Tishman, S., & Palmer, P. (2007). Works of art are good things to think about. In *The Evaluating the Impact of Arts and Cultural Education Conference Proceedings* (pp. 89-101).
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance tests of creative thinking: Norms technical manual (Research Edition)*. Princeton: Personnel Press.
- Tüzün, Ü. N., & Köseoğlu, F. (2018). Bilim eğitiminde düşünce deneyleri temelli online argümantasyonla lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 3(2), 77-98.
- URL 1. <https://www.ims.tuwien.ac.at/projects/construct3d>
- Veen, W. (2007). Homo zappiens and the need for new education systems. In *CERI-new millennium learners-meetings and conferences, Italy-OECD seminar on digital natives and education, Florence, Italy*.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Wongchiranutwat, S., Samat, C., Kanjug, I., & Wattanachai, S. (2021). A Designing Framework for Flipped Classroom Learning Environment Model Combined with Augmented Reality to Enhance Creative Thinking in Product Design for High School Students. In *Innovative Technologies and Learning: 4th International Conference, ICITL Proceedings 4* (pp. 206-218). Springer International Publishing.
- Yang, F. C. O., Lai, H. M., & Wang, Y. W. (2023). Effect of augmented reality-based virtual educational robotics on programming students' enjoyment of learning, computational thinking skills, and academic achievement. *Computers & Education*, 195, 104721.
- Yousef, A. M. F. (2021). Augmented reality assisted learning achievement, motivation, and creativity for children of low-grade in primary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 966-977.
- Zhukovskiy, V. I., & Pivovarov, D. V. (2008). The nature of visual thinking. *Humanities & Social Sciences*, 1, pp. 149-158.

EXTENDED SUMMARY

In the 21st century, where the effects of technology are seen in almost every field, adapting to these effects and developments has started to mean the same as adapting to social life. According to Venn (2007), the generation born after the 2000s has grown up with technology, and the ways of learning are tools and methods such as computer screens, icons, sound, games, exploration, and questioning others. Therefore, it is essential to enrich educational environments with these tools and methods to ensure their learning.

Today, teaching thinking skills is very important in terms of raising individuals who can think independently, question, look at events critically, make connections between the causes and consequences of their actions, and make logical decisions. One of the technological tools that can be used to develop thinking skills is augmented reality (AR) applications. In this study, it was tried to reveal what thinking skills can be developed using AR applications and which features of AR applications are supportive of the development of these skills. It is thought that the study is critical because it can guide researchers and educational planners in terms of presenting the thinking skills that can be developed using AR together.

Creative Thinking and AR: Monitor-based AR applications are a powerful tool for improving educational activities, making these activities more creative and interactive, and motivating students to learn (Cerqueira & Kirner, 2012).

Critical Thinking and AR: AR applications facilitate the development of skills such as critical thinking, problem-solving and communication through interconnected, collaborative exercises by creating learning environments that combine digital and physical objects (Dunleavy et al., 2009).

Spatial Thinking and AR: The use of "representation tools", one of the components of this thinking, as a tool for the interpretation of relief maps supported by AR applications, can have a positive effect on individuals' map reading skills (Carbonell Carrera & Bermejo Asensio, 2017). In addition, the fact that spatial thinking skills can be developed through AR applications supports the internal visualization process, which is an essential skill for mathematics learning (Salinas & Pulido, 2016).

Historical thinking and AR: Historical knowledge and historical thinking skills can be supported through AR applications designed by historical events and places (Schrier, 2006).

Mathematical Thinking and AR: Visual concretizations that will enable the development of mathematical thinking can be made with AR applications (Salinas & Pulido, 2016).

Computational Thinking and AR: Through AR applications, students can be taught computational thinking processes such as sequential programming, variables, code optimization, and debugging while providing content with game features such as creativity, competition, cooperation, and fantasy (Gardeli & Vosinakis, 2019).

Artistic Thinking and AR: AR applications help to develop artistic thinking. Antonia and Evgenia (2018) revealed in their study that AR applications have a substantial effect on kindergarten students' tendency to create stories, and this effect has an effect on artistic thinking processes.

Metacognitive Thinking and AR: Kairu (2021) conducted an extensive literature review on whether AR applications improve cognitive thinking. At the end of this study, he concluded that AR applications improve cognitive thinking. However, he warned instructors that they should develop AR applications in a way that reduces the increased cognitive load during these applications and supports long-term memory of the learning content.

Formal Procedural Thinking and AR: Virtual and augmented laboratories can enable individuals to conduct experiments through simulations, enabling them to intuit general rules that summarize the functioning of observed processes, discover variables in the processes and results of experiments, and develop processes specific to formal thinking or higher-order thinking (Herpich et al., 2018).

Visual Thinking and AR: The ability of AR applications to visually concretize abstract objects and provide three-dimensionality to students can enable students to acquire visual thinking skills.

Higher-Order Thinking and AR: Higher-order thinking skills are broad skill that includes other thinking skills. With AR applications, this thinking skill can be developed in addition to other thinking skills.

As a result of the literature review, it was revealed that AR applications are an effective tool for developing many different thinking skills. These thinking skills are creative thinking (Cerqueira & Kirner, 2012; Bower et al, 2014; Oh et al, 2016; Sarkar et al, 2019; Wongchiranuwat et al, 2021; Yousef, 2021; Arifuddin et al, 2022;

Buditjahjanto & Irfansyah, 2023; Lin & Wang, 2023), critical thinking (Schrier, 2006; Dunleavy et al, 2009; Bower et al, 2014; Demirel, 2017; Syawaludin et al, 2019; Suryanti et al, 2020; Faridi et al, 2021; Amalia et al, 2023), spatial thinking (Cerqueira, & Kirner, 2012; Salinas & Pulido, 2016; Carbonell Carrera & Bermejo Asensio, 2017a; Carbonell Carrera & Bermejo Asensio, 2017b; George et al, 2020; Midak et al, 2020; Johnson& McNeal, 2022), historical thinking (Schrier, 2006), mathematical thinking (Dunleavy et al., 2009; Mitchell, 2011, Arifuddin et al, 2022), computational thinking (Gardeli & Vosinakis, 2019; Yang et al, 2023), artistic thinking (Antonia & Evgenia, 2018), metacognitive thinking (Kairu, 2021), formal operational thinking (Herpich, et al, 2018), visual thinking (Aldalalah et al, 2019; Almugren, 2020; Elsayed, Al-Najrani, 2021; Ahmad, 2021), higher-order thinking (Sylvia et al, 2021).

Considering the studies and the positive effects of this technology, it is possible to make the following suggestions for software developers, researchers, and educational planners:

- New AR applications that will contribute to the development of thinking skills can be developed, and experimental studies can be conducted on the usefulness of these applications for Turkish students,
- Action studies can be conducted on the development of thinking skills using AR applications,
- Studies in which the development of different thinking skills are tested together through AR applications can be carried out,
- An AG platform with a Turkish interface can be developed,
- By enriching textbooks with AR applications, access of students who do not have access to different materials can be facilitated, and thus, equality of opportunity in education can be provided.