



Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (BAİBÜEFD)

Bolu Abant İzzet Baysal University
Journal of Faculty of Education



2022, 22(1), 226-262. <https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022..-890060>

Bilgisayar Tabanlı Etkinliklerin Ortaokul Öğrencilerinin Modelleme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi*

Investigation of the Effects of Computer Based Activities on Modeling Skills of Secondary School Students

Hakan Şevki AYVACI¹, Sinan BÜLBÜL²

Geliş Tarihi (Received): 03.03.2021

Kabul Tarihi (Accepted): 05.01.2022

Yayın Tarihi (Published): 23.03.2022

Öz: Fen bilimleri dersinde, öğrencilerin anlamakta zorlandığı pek çok soyut kavram yer almaktadır. Bu soyut ve anlaşılması zor kavramların daha anlaşılır hâle getirilmesi amacıyla uzun süredir kullanılan araçlardan birisi de modeller ve modelleme etkinlikleridir. Modellerin üretim sürecinde ise, bireylerde modelleme becerileri denen davranışların sergilenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, geliştirilen bilgisayar tabanlı etkinliklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, daha önceden belirlenmiş olan modelleme becerilerine yönelik bilgisayar tabanlı etkinlikler geliştirilmiş ve etkinliklerin öğrencilerin bu becerilerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışmada veriler dereceli puanlama anahtarı, araştırmacı alan notları ve öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Elde edilen nicel veriler bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda modelleme becerilerine yönelik olarak hazırlanmış bilgisayar tabanlı etkinliklerin, öğrencilerinin modelleme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Modelle öğretimin ve modelleme sürecinin etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için, öğrencilerin modelleme becerilerinin geliştirilmesine ilişkin önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Modelleme becerileri, bilgisayar tabanlı etkinlikler, fen eğitimi.

&

Abstract: In the science course, there are many abstract concepts that students have difficulty understanding. One of the tools that have been used for a long time to make these abstract and hard to understand concepts more understandable is models and modeling activities. In the production process of models, behaviors called modeling skills should be exhibited in individuals. This study aims to improve the modeling skills of 7th grade students with the help of computer-based activities. To that end, computer-based activities for the previously identified modeling skills were developed and the effects of these activities on the students' skills were examined. The data were collected through a rubric, field notes, and interviews with students. The obtained quantitative data were analyzed using a dependent-groups t-test. It was concluded that computer-based activities developed the modeling skills of secondary school students. To implement teaching with the model and the modeling process effectively, suggestions were made for the development of the modeling skills of students.

Keywords: Modeling skills, computer-based activities, science education.

Atıf/Cite as: Ayvaci, H.Ş., & Bülbül, S. (2022). Bilgisayar tabanlı etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerine etkisinin incelenmesi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1), 226-262.

<https://dx.doi.org/10.17240/aibuefd.2022..-890060>

İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

* Bu çalışma, ikinci yazarın "Ortaokul Öğrencilerinin Modelleme Becerilerinin Belirlenmesi, Bu Becerilere Yönelik Bilgisayar Tabanlı Etkinliklerin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ Sorumlu Yazar: Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI, Trabzon Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, hsayvaci@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3181-3923>

² Dr. Sinan BÜLBÜL, Trabzon Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, sinanbulbul@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1974-781X>

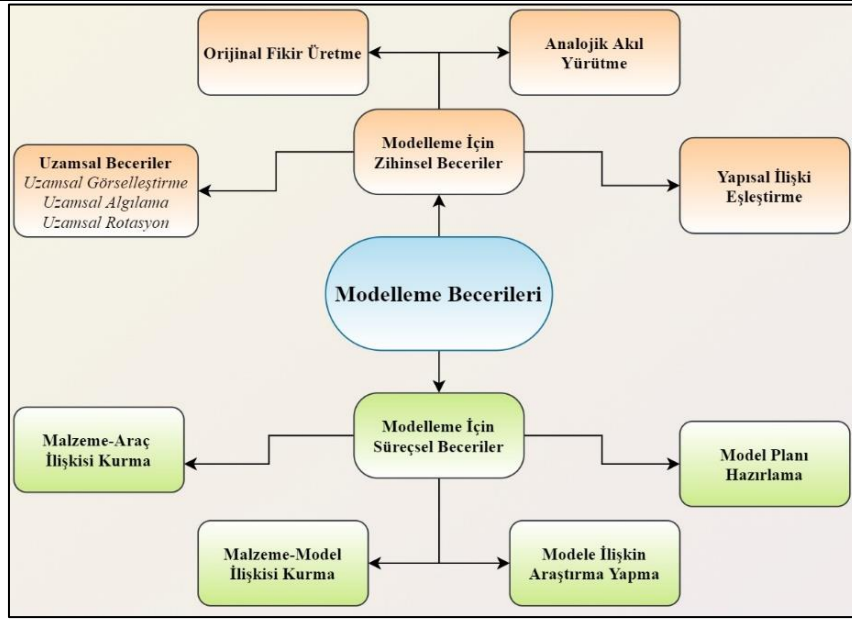
1. GİRİŞ

Fen eğitiminin amacı, fen bilimlerinde bireylere soyut ve karmaşık gelen konuların anlaşılmasını sağlamaktır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013). Bunu gerçekleştirebilmek için de fen eğitiminde doğrudan anlatım yerine görsel ve düşünsel yapıları harekete geçirebilecek öğretim aktivitelerine yer verilmelidir (Gülçiçek & Güneş, 2004; MEB, 2013). Söz konusu öğretim aktivitelerinden biri de model oluşturmaktır. Model, karmaşık sistemleri yorumlamak için insanın zihninde var olan kavramsal yapılar ile bunların dış gösterimlerinin bir bütünüdür (Lesh & Doerr, 2003). Dolayısıyla modeller aynı zamanda, soyut kavramları somutlaştıran sistemlerdir (Ingham & Gilbert, 1991). Fen eğitimi derslerinde model oluşturmada kasıt ise fen kavramlarını somutlaştırmak, soyut kavramları bireylerin anlamlandırabilmesi için ders içinde uygun materyaller kullanmak anlamına gelmektedir (van Driel & Verloop, 2002). Bu bağlamda fen bilimlerinde modelleme, mevcut kavramlardan hareketle bilinmeyen bir hedefi anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison, 2001; Treagust vd., 2002).

Fen eğitiminde bireyler modelleme sürecine ne kadar hâkim olabilirlerse, kavramsal boyutta öğrenme düzeyleri de o ölçüde artacaktır. Çünkü modelleme sürecini doğru ve eksiksiz yerine getiren öğrenciler, hem modellemeyi etkili bir şekilde değerlendirecekler hem de modelini yaptıkları kaynağa ait özellikleri doğru bir biçimde öğreneceklerdir (Arslan, 2013; Demirçalı, 2016; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Gözmen, 2008; Özdemir, 2017; Ünal-Çoban, 2009; Zeynelgiller, 2006). Bu noktada, bireylerin etkili bir modelleme süreci gerçekleştirebilmeleri için hangi becerilere sahip olmaları gerektiği sorusu akıllara gelmektedir. Aşağıda modelleme becerilerine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

1.1. Modelleme becerileri

Tanım olarak bakıldığında beceri, belirli bir amaca uygun olacak bir şekilde, bireyin yatkınlık ve öğrenim durumuna bağlı, en az iş gücüyle veya zaman harcayarak hedefe ulaşabilmeyi sağlayacak özellik olarak ifade edilmektedir (Guthrie, 1952; Türk Dil Kurumu [TDK], 2020). Bu bağlamda beceri kavramı, amaçların farklılığı doğrultusunda çeşitlik göstermektedir. Fen eğitimi literatürüne bakıldığında bilimsel süreç becerileri, eleştirel düşünme becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, 21. yüzyıl becerileri, problem çözme becerileri gibi pek çok beceriyle karşılaşmaktadır (Akar, 2007; Lind, 2005; Perkins, 1991; Rapps, 1998; Voogt & Roblin, 2012). Bu beceriler geniş bir perspektiften değerlendirildiğinde temel amacın bireylerin karşılaştıkları problem durumlarını anlayabilmek ve bu problem durumlarını çözebilecek kavramsal öğrenmeleri gerçekleştirmek olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte bu problem durumlarının üzerinden gelmelerini sağlayacak süreçlerin farklı özellikleri barındırması sebebiyle, bireyin kullanacağı beceriler de farklılık gösterecektir. Bu durum modelleme süreci için de geçerlidir. Model oluşturma sırasında bireylerin yukarıda belirtilen becerilere sahip olmaları beklenebilir. Fakat bu becerilerin hangilerinin model oluşturma sürecine etkili bir şekilde katkı sağlayacağını belirlemeden bireylere kazandırılması ya da bu becerilerden farklı olarak modelleme sürecine özgü becerilerin bireylerde yeterli düzeyde bulunmaması model oluşturma sürecine muhtemel katkıları sınırlandırabilir. Dolayısıyla bireylerin modelleme sürecinde karşılaştıkları durumlara ilişkin hangi becerilere ihtiyaçları olduğu sorusu modelleme becerilerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bülbül (2019) tarafından belirlenen bu beceriler Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Modelleme becerileri (Bülbül, 2019)

Şekil 1 incelendiğinde, modelleme becerilerinin; zihinsel ve süreçsel beceriler olmak üzere ikiye ayrıldığı görülmektedir. Zihinsel beceriler; yapılan modellerin daha çok dönüşümlerinin ve farklı açılardan görünümlerinin zihinsel süreçlerini irdeleyen uzamsal beceriler (rotasyon, algılama, görselleştirme) ile orijinal fikir üretme, analojik akıl yürütme ve yapısal ilişki eşleştirme becerilerinden oluşmaktadır. Süreçsel becerilerinin ise malzeme-araç ilişkisi kurma, malzeme model ilişkisi kurma, modele ilişkin araştırma yapma ve model planı hazırlama becerilerini kapsadığı görülmektedir.

Modelleme becerilerinin bireylerde arzu edilen düzeylerde bulunmasını sağlamak ve mevcut becerilerinde var olan eksikliklerin giderilmesi hem fen öğretiminin hem de modellemenin doğası gereği önem arz etmektedir. Çünkü, bir öğrenci belirlenen bu becerilerden birine ya da birkaçına sahip değilse kavramsal boyutta öğrenmenin gerçekleşmesinde zorluklar yaşanması muhtemeldir. Modellemenin esas amaçlarından birinin de soyut kavramların somut biçimde ifade edilmesi olduğu düşünülürse, modelleme becerilerinin öğrenciye kazandırılması, öğrenciler tarafından anlaşılmayan soyut kavramların öğrenilmesine de yardımcı olacaktır.

1.2. Literatür taraması

Fen eğitimi literatürü incelendiğinde, beceri gelişimine yönelik pek çok çalışmayla karşılaşılmaktadır (Baek, 2013; Bakker, 2008; Brown & Clement, 1989; Chang, 2008; Gülçiçek vd., 2003; Hsu vd., 2012; Kertil, 2008; Mutlu & Aktan, 2012; Olkun, 2003; Olkun vd., 2010; Ünal-Çoban, 2009). Özellikle bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ve kolay ulaşılabilirliğin son 15-20 yıldaki artışını takip eden süreçle birlikte, öğretim faaliyetlerinin temelini bilgisayar destekli etkinliklerle öğretimin oluşturduğu görülmektedir. Bu entegrasyon, beceri gelişimine ilişkin araştırmaları da etkilemiş ve araştırmacıları bilgisayar destekli beceri gelişimine ilişkin durumları incelemeye yöneltmiştir. (Barab vd., 2000; Frederiksen vd., 1999; Hung & Lin, 2009; Méheut, 2004; Sins vd., 2005; Valanides & Angeli, 2008; Yılmaz, 2012; Yurt, 2011).

Öğrencilerin modelleme süreçlerinin aynı zamanda bir öğretim süreci olduğu düşünüldüğünde, bilgisayar tabanlı etkinliklerin modelleme becerilerinin geliştirilmesinde de etkili olacağı düşünülmektedir. Örneğin malzeme-model ilişkisi kurma becerisi anlatılırken bilgisayar tabanlı etkinliklerde hangi malzemenin ne tür modellerde işe yarayacağını gösteren aktif butonların ve simülasyonların kullanılması öğrencilerin söz konusu beceriyi daha etkili kullanmasına yardımcı olacaktır. Bunun yanında bilgisayar tabanlı etkinlikler ve bu şekilde yapılan modellemeler, karmaşık verilerin işlenmesi ile teori ve kavramların anlaşılmasını

kolaylaştırarak, bilimsel süreci daha dinamik yapmakta, ilginç ve karmaşık olguların anlaşılmasını sağlamaktadır (Metcalf vd., 2000; Raghavan & Glaser, 1995; Raghavan vd., 1998; Stratford, 1997; White, 1993). Eğer bilgisayar yazılımları ve modelleme destekli öğretim birlikte doğru bir şekilde yürütülürse, öğrencilerdeki kavramsal bilginin tamamlanmasının yanı sıra bilimsel kanıtları kullanarak öğrencilerin akıl yürütmelerini geliştirmeye teşvik eder (Gilbert, 1991; Songer & Linn, 1991).

Model ve modelleme ile ilgili literatür incelendiğinde araştırmacıların, modelleme becerileri kavramından ziyade düşünme becerileri (eleştirel, yaratıcı, analogik vb.), bilimsel süreç becerileri, muhakeme becerileri gibi beceri türlerinin gelişimine olan etkilerini inceledikleri çalışmalara rastlanmaktadır. (Akar, 2007; Bağcı-Kılıç, 2006; Batı, 2014; Bıyıklı, 2013; Chaffe, 2000; Ennis, 1996; Gagne, 1965; Facione, 1990; Lind, 2005; Martin, 1997; Padilla, 1990; Perkins, 1991; Soylu, 2004; Temiz, 2007; Tican, 2013; Ünal-Çoban, 2009). Modelleme etkinliklerinde öğrencilerin kullanmış oldukları bazı becerilere yönelik çalışmalar incelendiğinde ise genel olarak kullanılan farklı yöntem ve teknikler ile öğrencilerin sergiledikleri davranışlarda gelişim gözlemlendiği belirlenmiştir. Örneğin Harrison ve Treagust (2000) atom ve molekül kavramlarıyla ilgili öğrencilerin analogik modellerle bilimsel görüş geliştirmesine yönelik öğrenme süreçlerini inceledikleri araştırmalarında, bu sürecin öğrencilerin kavram anlayışlarını, entelektüel gelişimlerini ve modelleme becerilerini artırdığını belirtmiştir. Benzer şekilde Hsu vd. (2012) dört farklı grubun hava kalitesi hakkındaki anlayışları hakkındaki modelleme becerileri ve bilgi özelliklerinin karşılaştırılmasına yönelik bir araştırma yapmıştır. Araştırmasının katılımcılarını doktora öğrencileri, fen eğitimcileri ve lisede öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Klinik mülakatlarla yürüttüğü bu çalışmasının sonucunda araştırmacılar, katılımcıların konu hakkında acemi olandan uzman olana doğru modelleme becerilerinin arttığını tespit etmişlerdir. Aynı zamanda sonuçları tahmin etmede uzmanların model tabanlı muhakeme (yüksek düzey muhakeme becerisi), orta seviyedekilerin ilişki tabanlı muhakeme (orta düzey muhakeme becerisi) ve acemilerin olgu tabanlı muhakeme (düşük düzey muhakeme becerisi) kullandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bazı çalışmalarda ise modellemeye dayalı fen öğretiminin kavramsal düzeyde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ünal-Çoban (2009) tarafından yürütülen çalışma bu duruma örnek gösterilebilir. Ünal-Çoban (2009) modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisini araştırdığı çalışmada modellemeyi gelişmiş bir düşünme süreci olarak ele almış ve bilgiyi yapılandırma modellerden yararlanmayı, bu yolla bilimsel bilginin önemini, değerini, kullanımının farkına varılmasını amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmacı, yedinci sınıf öğrencileri ile deneysel desende çalışmıştır. Söz konusu desende deney grubuna modellemeye dayalı ders işlenmiş, kontrol grubunda ise öğretim programına göre ders işlenmiştir. Bunun dışında öğrencileri veri toplama aracı olarak kavramsal düzey belirleme testi, bilimsel süreç becerileri ölçeği, bilimsel bilgiye yönelik görüş ölçeği, bilimsel bilginin varlık alanına yönelik görüş ölçeği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda kavramsal anlama ve bilimsel süreç becerileri açısından deney grubu lehine farklılık varken bilimsel bilgiye yönelik görüşlerde bir farklılık bulunmamıştır.

1.3. Çalışmanın Gerekçesi

Literatürde yer alan çalışmaların bir özeti olarak, öğrencilerin sahip oldukları çeşitli beceriler ve sergiledikleri bazı davranış türleri (eleştirel düşünme becerileri, yaratıcı düşünme becerileri, bilimsel süreç becerileri, analogik düşünme becerileri) ile modelleme yetenekleri, kavramsal öğrenme ve akademik başarı arasında olumlu yönde bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum modelleme temelli fen öğretiminin beceriler çerçevesinde şekillendirilmesi gerektiği şeklinde yorumlanabilir. Yine literatürde yapılan çalışmaların hepsinin bir ortak sonucu olarak öğrencilerde modellemeye yönelik becerilerin belirlenmesi ve işlenen derslerde bu becerilerin gelişiminin amaçlanması, fen eğitiminde kavramsal boyutta öğrenmeye katkı sağlayacaktır. Kavram öğreniminde, modellerin ve modelleme sürecinin yeri bu kadar önemli

olmasına rağmen ilgili literatürde bilimsel yeterliğe sahip ve kavram öğrenimini etkili hale getiren modellerin üretilmesine olanak sağlayacak olan modelleme becerilerine çok fazla yer verilmemiştir. Dolayısıyla bu çalışma ile hem literatürdeki bu eksikliğin ortadan kalkacağı düşünülmekte hem de modelleme becerilerine yönelik hazırlanan bilgisayar tabanlı etkinlikler aracılığıyla söz konusu becerilerin geliştirilmesine çalışılacaktır.

1.4. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, bilgisayar tabanlı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerine etkisinin incelenmesidir. Araştırmanın ana problemleri ve alt problemleri aşağıda belirtilmiştir.

- 1- Bilgisayar tabanlı etkinlikler uygulanmadan önce ve sonra ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerileri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- 2- Bilgisayar tabanlı etkinliklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerine etkisi nedir?
 - a) Bilgisayar tabanlı etkinliklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme için zihinsel becerilerine etkisi nedir?
 - b) Bilgisayar tabanlı etkinliklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin modelleme için süreçsel becerilerine etkisi nedir?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırmanın modeli

Araştırma, nicel ve nitel yaklaşımların bir arada kullanıldığı karma yöntem tasarımıyla yürütülmüştür. Karma yöntem araştırmalarında, araştırmacının süreç içerisinde nicel ve nitel desene ilişkin yöntem ve yaklaşımları bir arada kullanması ve çoklu verilerin toplanması söz konusudur. Karma yöntem sayesinde araştırmacılar, farklı iki felsefeye ilişkin stratejileri bir arada kullanarak, mevcut araştırma problemlerinin ilişkin daha derin çözümler üretebilirler (Baki & Gökçek, 2012; Creswell, 2006; Johnson & Turner, 2003). Creswell (2003), karma yöntem araştırmalarının farklı tasarımları olduğunu ifade etmektedir. Bu araştırma tasarımlardan birisi de nicel ve nitel verilerin eş zamanlı toplanarak birlikte analiz edildiği ve araştırılan problem durumuna ilişkin araştırmacıya farklı grupların ve seviyelerin belirlenmesi hususunda önemli bilgiler sunan eş zamanlı iç içe geçmiş karma araştırma yöntemidir. Bu araştırma, eş zamanlı iç içe geçmiş karma araştırma tasarımıyla yürütülmüştür.

2.2. Araştırmanın çalışma grubu

Araştırma 2017-2018 güz döneminde, Karadeniz Bölgesi'nde bulunan, yedinci sınıfta seçmeli Bilim Uygulamaları dersinde yer alan 11'i kız, 10'u erkek olmak üzere toplam 21 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışma grubunun belirlenmesinde, araştırmanın doğasına uygun olarak amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Büyüköztürk vd., 2013). Bu doğrultuda, okul yönetimiyle görüşülmüş ve seçmeli Bilim Uygulamaları dersine ait şubelerdeki öğrenci sayıları incelenmiştir. Hem ilgili dersi alan öğrenci sayısının 7. sınıf şubesinde en yüksek olması hem de Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan 7. sınıf düzeyi modellemeye ilişkin kazanım sayısının 5. ve 6. sınıf düzeyinden yüksek olmasından ötürü, çalışma kapsamında 7. sınıf öğrencileriyle araştırma gerçekleştirilmiştir. TEOG sınavları, Bilim Uygulamaları dersini seçen öğrenci sayısının az oluşu ve Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan modelleme kazanımı sayısının az olması göz önünde bulundurularak sekizinci sınıf öğrencileri çalışmaya dahil edilmemiştir.

2.3. Veri toplama araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak Bülbül (2019) tarafından geliştirilen modelleme becerilerini ölçmeye yönelik dereceli puanlama anahtarı (DPA) kullanılmıştır. DPA ile gerçekleştirilen değerlendirmeyi desteklemek için de ön test ve son test süreçlerinde araştırmacı, gözlemlerine ilişkin alan notları kaydetmiş ve görüşme soruları ile öğrencilerden sergiledikleri davranışlara ilişkin dönütler almıştır.

Öğrencilerle ön test ve son test modelleme çalışmaları yürütülmüş, bu modelleme çalışmaları kapsamında öğrencilerin modelleme becerileri değerlendirilirken Bülbül (2019) tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı (DPA) kullanılmıştır. DPA, Şekil 1’de belirtilen modelleme becerilerinin her birine yönelik olarak hazırlanmış toplam 10 temadan ve 27 göstergeden oluşmaktadır. Her temada, becerinin bireyde hangi seviyede olduğuna ilişkin ilişkin üçlü puanlama düzeyi belirlenmiştir. DPA, becerinin sergilenememesi durumunda 0 puan; becerinin bazı eksikler ile sergilenebilmesi durumunda 1 puan; becerinin eksiksiz bir şekilde sergilenebilmesi durumunda 2 puan alınacak şekilde tasarlanmıştır. DPA ile gerçekleştirilen analiz ile ilgili bir örnek *Verilerin Analizi* başlığı altında sunulmuştur.

Beceriler		0 Puan	1 Puan	2 Puan
Uzamsal görselleştirme	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere dönüştüremez.	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu çizimlere eksik şekilde dönüştürür.	İki boyutlu çizimleri üç boyutlu nesnelere sorunsuz dönüştürür.	
	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere dönüştüremez.	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere eksik şekilde dönüştürür.	Üç boyutlu nesnelere iki boyutlu çizimlere sorunsuz dönüştürür.	

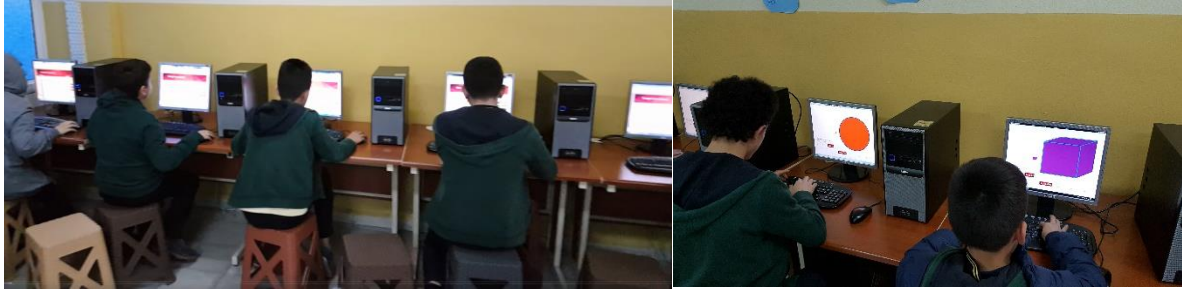
Şekil 2. Dereceli puanlama anahtarına ait bir örnek

Modelleme becerilerine yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin (MBYBTE) etkililiğinin değerlendirilmesi sürecinde, DPA’ya ilişkin toplanan verilerin geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak amacıyla öğrencilerle görüşmeler yapılmış ve araştırmacı alan notlarına başvurulmuştur. Bu süreç kapsamında araştırmacı, öğrencilerin ön ve son test kapsamında sergilediği davranışları ve bu davranışlarda meydana gelen farklılıkları sürekli gözlemleyerek alan notlarına kaydetmiş ve süreç içerisinde öğrencilerin sergilediği davranışların teyit edilmesi için kendilerine çeşitli sorular yönelmiş ve bunlar kayıt altına alınmıştır. Alan notları, öğrencilerle gerçekleştirilen diyaloglar ve öğrencilerin hazırlamış oldukları modeller birbirleriyle karşılaştırılarak, modelleme becerilerindeki değişimin tutarlılığı sağlanmaya çalışılmıştır. Araştırma kapsamında iç güvenirliliğin sağlanabilmesi için, LeCompte ve Goetz (1982) tarafından önerilen, toplanan verilerin betimsel bir şekilde doğrudan sunulması yöntemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı görüşmeler ve alan notlarından elde ettiği verilere herhangi bir yorum katmadan analiz etmiştir. Dış güvenirliliğin (teyit edilebilirlik) sağlanması içinse araştırmadan elde edilen bütün veriler, araştırma süreci boyunca yaşanan bütün olaylar, elde edilen bulgular ve sonuçlar doğrudan alıntılarla desteklenerek açıklanmıştır. Bu şekilde araştırmanın dış güvenirliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

2.4. Uygulama süreci ve verilerin analizi

Araştırmanın bu basamağında ön test uygulamaları çerçevesinde, öğrencilerle üç haftalık bir süreçten oluşan çeşitli modelleme etkinlikleri gerçekleştirilmiş, bu modelleme süreçleri DPA ile değerlendirilmiştir. DPA’dan elde edilen verilerin desteklenmesine amacıyla araştırmacı, öğrencilere çeşitli sorular sorarak görüşmeler gerçekleştirmiş ve gözlemlerine ilişkin alan notlarını kayıt altına almıştır. Araştırmacı, DPA ile değerlendirilen ön ve son test modelleme süreçlerine ilişkin bu nitel verilerden alıntılarını tüm beceri türlerinde öne çıkan örneklerden seçerek belirli göstergeler bağlamında ham veri alıntılarını olarak sunmuştur. Bütün göstergelere ilişkin alan notları ve görüşme örneklerinin verilmesinin bulgular bölümünün sınırlarını aşmasına sebep olacağından, böyle bir sınırlandırmaya gidilmiştir.

Ön test uygulamasından sonra dört haftalık bir süreç içerisinde MBYBTE’lerin uygulaması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. MBYBTE'lerin uygulama sürecine ilişkin görüntüler

MBYBTE'lerin uygulamasını takip eden süreçte son test uygulaması olarak, öğrencilerle yine üç haftalık süreç içerisinde modelleme etkinlikleri gerçekleştirilmiş, DPA ile bu süreç değerlendirilmiş, görüşme soruları ve alan notları kayıt altına alınarak araştırma tamamlanmıştır. Tablo 1'de bahsedilen sürece ilişkin detaylara yer verilmiştir.

Tablo 1.

Çalışma Süreci

Hafta	Uygulama	Uygulanan Ölçme Aracı/Etkinlik
1. Hafta	Tanışma	-
2. Hafta	Ön Test Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları, Görüşme Soruları
3. Hafta		
4. Hafta		
5. Hafta	MBYBTE Uygulanması	
6. Hafta		
7. Hafta		
8. Hafta		
9. Hafta	Son Test Çalışması (Modelleme)	Dereceli Puanlama Anahtarı, Alan Notları, Görüşme Soruları
10. Hafta		
11. Hafta		

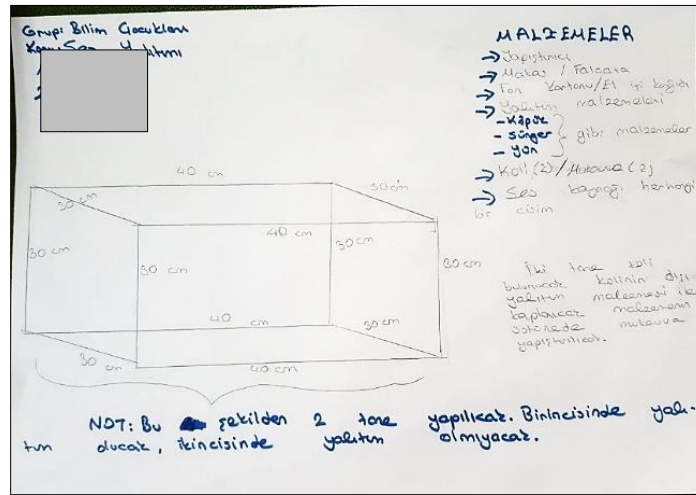
Geliştirilen MBYBTE'lerin öğrencilerin modelleme becerileri üzerindeki genel etkisinin incelenmesi amacıyla DPA aracılığıyla elde edilen verilere ilişkin istatistiksel analizlere başvurulmuştur. Bu bağlamda tek gruplu ön test – son test deneysel desen için literatürde önerilen bağımlı örneklem (paired samples) t-testi ile veriler analiz edilmiştir (Büyüköztürk, 2018). Bu analizden önce veri setinin fark puanlarının test için uygun olup olmadığının bakılması amacıyla normallik testi yapılmıştır. Çarpıklık katsayısı -.035, basıklık katsayısı -1.372 olarak hesaplanmıştır. Örneklem sayısının 50'den küçük olduğu durumlarda tercih edilen Shapiro-Wilks testinden elde edilen değerler neticesinde veri setinin normal dağıldığı, yani t-testine uygun olduğu tespit edilmiştir (Büyüköztürk, 2018).

Tablo 2.

Normallik Testi Sonuçları

İstatistik	df	sig.
.927	21	.122

Çalışmanın ön ve son test süreçlerinde, öğrenciler tarafından gerçekleştirilen modelleme süreçleri DPA aracılığıyla analiz edilmiştir. Bu değerlendirme sürecine ilişkin bir analiz örneğine aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 4. Öğrencilerin hazırlamış oldukları bir model taslağı

Şekil 4 incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtımı modeline ilişkin hazırlamış oldukları bir model taslağına yer verildiği görülmektedir. Bu taslak, model planı hazırlama becerisi doğrultusunda incelendiğinde MPH1 “yapacağı modelin taslağını oluşturma” göstergesi bağlamında, taslak üzerinde modelin ölçekli bir haline yer verdiği görülmektedir. Model üzerinde en, boy ve yükseklik ölçülerini belirten öğrenciler, modellerinde yer alacak tüm unsurlara yer vermiştir. Bu doğrultuda öğrencilere bazı sorular sorularak detaylı bir inceleme yapılması amaçlanmıştır. Bu sorulara ilişkin diyalogdan bir örnek aşağıda verilmiştir.

A: Arkadaşlar, güzel bir taslak çizmişsiniz. Burada pek çok şeye yer vermişsiniz. Biraz anlatın bakalım. Neler yapacaksınız bu modelde?

Ö: Öğretmenim evimizdeki ses yalıtımını modelliyoruz. Bunun için bize kartonlar gerekecek. Bunlarla duvar yapacağız. Bir de yalıtım için sünger, köpük gibi malzemeler lazım.

A: Başka malzeme ve araçlar da yazmışsınız burada.

Ö: Evet. Onlar da lazım. İlk modelde yazmamıştık, model yaparken lazım oldu. Yanımızda olmayınca modelimizi geç bitirdik. Bu sefer baştan makas, yapıştırıcı falan bunları yazalım dedik.

A: Bu sefer boyutları da yazmışsınız. Buna ihtiyacımız var mıydı?

Ö: Olmaz olur muuu! Onu yazmayınca sürekli tartışıyoruz şu kadar olsun bu kadar olsun diye. En iyisi baştan yazmak. Hem ne kadar karton falan gerekecek böyle daha iyi belli oluyor. Bir de tam boyutları yazınca kestiğimiz malzemeler birbirine uyuyor. Diğer türlü bazen yamuk oluyor model.

Yukarıda sunulan mülakat verilerinden bir kesit incelendiğinde, öğrencilerin taslağına ilişkin model planı hazırlama becerisi kapsamında değerlendirilecek cevaplar verdikleri görülmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin taslaklarında yer alan malzemelerin ve araçların neler olduklarını ve bunların neden taslakta yer alması gerektiğini belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin malzeme ve araçları daha önceden belirlemiş olmalarının, onlara modelleme süreci içerisinde eksiksiz bir şekilde çalışma fırsatı sağlayacağını belirttikleri görülmektedir. Ek olarak öğrencilerin model taslağı üzerinde, modelin boyutlarını belirtmelerinin kendilerine modelin düzgün olmasını sağlayacağını belirttikleri, bununla birlikte modelleme süreci içerisinde boyut tartışmasına girmeden en baştan belirledikleri ölçüler doğrultusunda modellerini tasarlamalarının daha iyi olacağını söyledikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin model planı hazırlama becerileri MPH1 göstergesi çerçevesinde incelendiğinde iki puan düzeyinde olduğu görülmektedir. Yine bu öğrencilerin hem taslak çizimleri hem de mülakatlarında verdikleri cevaplar

incelendiğinde yapacakları modelin taslağı üzerinde nerede hangi malzemelerin ve araçların kullanacağını eksiksiz bir şekilde belirttikleri görülmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin model planı hazırlama becerilerinin MPH2 göstergesi çerçevesinde iki puan düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Yukarıda yer alan analiz örneğinde olduğu gibi, MBYBTE'lerin uygulanmasından önceki ön test modelleme çalışması ve uygulandıktan sonraki son test modelleme çalışmasından elde edilen veriler (öğrencilerin model çalışmaları sırasında sergiledikleri davranışlar, modelleme süreçleri sırasında öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler ve araştırmacı tarafından tutulan alan notları) çerçevesinde değerlendirilerek dereceli puanlama anahtarında yer alan performans ölçütleri doğrultusunda puanlanmıştır. Bu puanlama doğrultusunda öğrencilerin ön ve son test uygulamaları kapsamındaki genel beceri puanları bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve MBYBTE'lerin öğrencilerin modelleme becerilerine olan etkisi incelenmiştir. Daha sonra hem modelleme için zihinsel beceriler hem de modelleme için süreçsel beceriler ana başlıkları altında bütün becerilerin ön ve son test uygulamaları arasındaki değişim detaylı bir şekilde ortaya konulmuş ve bu değişime ilişkin öğrenci davranışları, görüşme örnekleri ve araştırmacı alan notlarıyla detaylandırılmıştır.

2.5. Araştırmanın etik izni

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbirini gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Dr. BÜLBÜL'ün 2019 yılında savunmuş olduğu doktora tezinden üretilen bu çalışmada kullanılan veriler 2017-2018 güz döneminde toplanmıştır. Tr Dizin değerlendirme kriterleri çerçevesinde, 2020 yılı öncesinde toplanan veriler kullanıldığından etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar kriterine uygun olduğu yazarlar tarafından beyan edilir.

3. BULGULAR

Araştırmada bilgisayar tabanlı etkinliklerin 7. sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında öğrencilerin modelleme becerilerindeki değişimin betimsel istatistikleri, öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler ve araştırmacı tarafından tutulan alan notlarına yer verilmiştir. Bu bağlamda MBYBTE'lerin uygulanma sürecinden önce gerçekleştirilen Modelleme Çalışması-I (ön test) ve etkinliklerin uygulanmasından sonra gerçekleştirilen Modelleme Çalışması-II'nin (son test) dereceli puanlama anahtarıyla değerlendirilmesi sonucu elde edilen veriler analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına ilişkin değerler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3.

Ön Test ve Son Test Puan İstatistikleri

		Ortalama	N	Standart Sapma	Standart Hata
Uygulama Grubu	Ön	17.57	21	5.35	1.17
	Son	35.43	21	9.38	2.05

Tablo 3 incelendiğinde öğrencilerin MBYBTE'nin uygulanmasından önceki model çalışması-I'den (ön test) aldığı puanların ortalaması 17.57, model çalışması-II'den (son test) aldığı puanların ortalaması 35.43'tür. Uygulama sonrasında öğrencilerin modelleme becerilerinde bir artış olduğu görülmektedir. Bu artışın anlamlı olup olmadığı Tablo 4'te elde edilen veriler kapsamında incelenmiştir.

Tablo 4.

MBYBTE Ön Test ve Son Test Ortalama Puanlarının t-Testi Sonuçları

		Ortalama	Standart Hata	Standart Sapma	t	df	*p
Uygulama Grubu	Ön-Son	-17.86	5.83	1.27	-14.05	20	.000

(*p<.01)

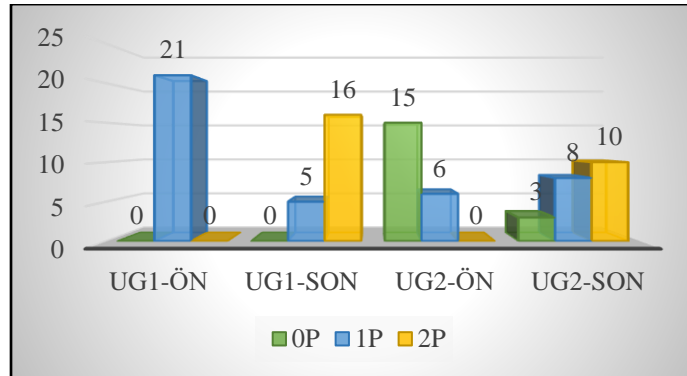
Öğrencilerin, DPA ile değerlendirilen modelleme süreçlerinden elde edilen ön test ve son test puanlarının istatistikleri Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre öğrencilerin modelleme becerilerinde anlamlı bir gelişme olduğu belirlenmiştir ($t_{(20)}=-14.05$; $p<0.01$). Öğrencilerin MBYBTE'nin uygulanması öncesinde becerilerinin puanlarının ortalaması 17.57 iken, MBYBTE'nin uygulanması sonrasında bu puanları 35.43'e yükselmiştir. Bu bulgu, MBYBTE'nin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin modelleme becerilerinin geliştirilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Aşağıda her bir beceriye ait ön ve son test arasındaki değişimler ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

3.1. Modelleme İçin Zihinsel Becerilere İlişkin Bulgular

Öğrencilerin MBYBTE'ler uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonraki modelleme becerilerindeki değişimini ortaya koymaya çalışan araştırmanın bu başlığında zihinsel becerilerdeki değişime ait bulgulara yer verilmiştir.

3.1.1. Uzamsal Görselleştirme Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 1'de yer verilmiştir.



Grafik 1. Uzamsal görselleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 1 uzamsal görselleştirme becerisinin UG1 göstergesi bağlamında incelendiğinde, ön testte yer alan 21 öğrencinin söz konusu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son testte ise UG1 göstergesini beş öğrencinin bir puan seviyesinde, 16 öğrencinin ise iki puan seviyesinde bu göstergesi kullandığı belirlenmiştir. Bu durum, MBYBTE'lerin öğrencilerin iki boyutlu cisimleri üç boyutlu nesnelere dönüştürmede etkili olduğu anlamına gelmektedir. İlgili beceri, UG2 bağlamında incelendiğinde ise ön testte yer alan 15 öğrencinin sıfır puan, altı öğrencinin bir puan aldığı tespit edilmiştir. Grafik 1'deki son test verileri incelendiğinde üç öğrencinin sıfır puan, sekiz öğrencinin bir puan ve on öğrencinin ise iki puan alarak UG2 göstergesini kullandığı fark edilmektedir. Yani genel olarak öğrenciler MBYBTE'lerin gerçekleştirilmesi sonucunda uzamsal görselleştirme becerisinin göstergeleri olan UG1 ve UG2'yi farkındalık düzeyi yükselecek şekilde kullandıkları söylenebilir. Dolayısıyla süreçte öğrencilere uygulanan "Boyut Tahmini, Uzamsallık Testi ve Uzak Modülü İnisi" isimli etkinliklerin UG1 ve UG2 kodlu göstergeleri geliştirmede yardımcı olduğu düşünülmektedir. Söz konusu değişimi daha yakından analiz

edebilmek için bir grup öğrencinin UG1 göstergesine ait modelinin ön ve son test sürecine ait verilerine aşağıda yer verilmiştir.



Şekil 5. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test bağlamında ses yalıtımı modeli

Şekil 5'te Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecindeki ses yalıtımı modeline yer verilmiştir. Şekil 5 incelendiğinde öğrencilerin dikdörtgen şeklinde bir karton oluşturdukları, bu kartonun içerisine de süngerlerden yalıtım yaptıkları görülmektedir. Ancak model incelendiğinde dikdörtgen prizması şeklinde kartonun her tarafının eşit olmadığı ve tabanının da düzleme tam oturmadığı fark edilmektedir. Araştırmacı bu durumdan öğrencilerin farkında olup olmadığını anlamak için, öğrencilerin oluşturdukları modelin etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlerini istemiştir. Buna ilişkin araştırmacı ve öğrenciler arasında geçen diyalog ve alan notlarından bir örnek aşağıda verilmiştir.

A: Çocuklar modelinizi masanın üzerine koyun ve etrafında hareket ederek farklı noktalardan gözlemlemeye çalışın. Sonra size birkaç soru soracağım (Biraz zaman geçer).

A: Şimdi oluşturduğunuz modele farklı yönlerden bakınız. Neler gözlemlediniz?

Ö7: Öğretmenim bizim modelimizin neresinden bakarsak bir şey değişmiyor.

Ö8: Evet öğretmenim değişmiyor.

Ö9: Aslında öğretmenim bir taraftan bakınca kutunun yan tarafı görünüyör ama diğer taraftan bakınca da ön tarafı görülüyor. Sanki birazcık değişiyor gibi.

A: Taslakla modeli karşılaştırınca, modelde olması gereken bazı noktalar eksik. Taslağın tamamını modele aktaramamış. Aktardığı kısımlarda da taslakla tam uyum sağlayamamış. İki boyuttan üç boyuta dönüştürme eksik yapılmış.

Yukarıdaki konuşmalarda öğrencilerin hazırladıkları ses yalıtımı modelinin farklı noktalardan gözlemlerine ilişkin cevaplara yer verilmiştir. Burada öğrenciler genel olarak modele farklı açılardan baktıklarında bir değişim görmediklerini belirtmişlerdir. Dolayısıyla öğrenciler nesnenin etrafındaki hareketi sonucunda meydana gelen değişimler arasında ilişki kurmaları da kısıtlı kalmıştır. Bu yüzden öğrenci UG1 göstergesinden bir puan almışlardır. Aynı öğrenci grubunun son test sürecinde aynı modele ait yorumlaması Şekil 6'da verilmiştir.

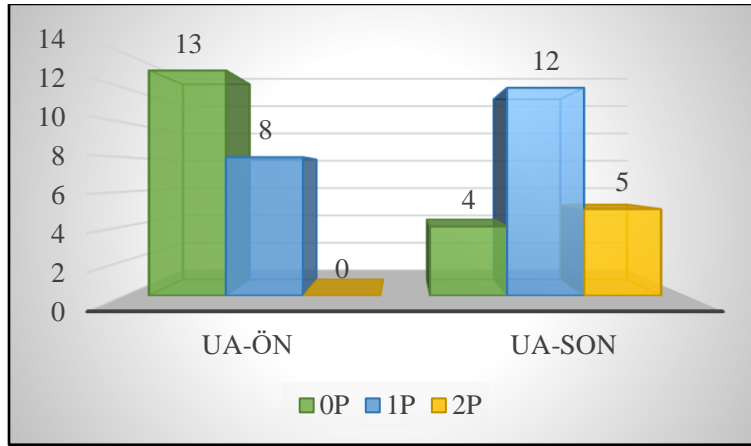


Şekil 6. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin son test sürecinde ses yalıtımı modeli

Şekil 6 incelendiğinde, öğrencilerin ses yalıtımı modelinin Şekil 5'tekine göre daha düzenli ve kapsamlı olduğu görülmektedir. Yani öğrenciler son test sürecinde yaptığı bu modelde oluşturdukları dikdörtgenler prizmasının her yüzü eşit oranlı olmuş ve taban kısmını oturabilmişlerdir. Araştırmacı yapılan bu modelin ön testte göre daha iyi olduğunu fark etmiştir. Dolayısıyla aynı grup son test sürecinde UG1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

3.1.2. Uzamsal Algılama Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin uzamsal algılama becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 2'de yer verilmiştir.



Grafik 2. Uzamsal algılama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 2 incelendiğinde, ön testte yer alan 13 öğrencinin söz konusu göstergeyi kullanmadığı, sekiz öğrencinin ise Uzamsal Algılama (UA) göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Ayrıca ön testte öğrenciler iki puan alacak şekilde söz konusu beceriyi kullanmamışlardır. Son testte ise UA göstergesini kullanmayan öğrencilerin sayısının dörde düştüğü görülmektedir. Bunun yanında UA göstergesini bir puan alacak şekilde kullanan öğrencilerin sayısı 12'ye yükselmiştir. Ayrıca ön testte iki puan olarak bu göstergeyi kullanan hiçbir öğrenciye rastlanmazken, son testte beş öğrencinin iki puan olarak söz konusu göstergeyi kullandığı görülmektedir. Sonuç olarak öğrenciler uzamsal algılama

becerilerini farkındalık düzeyi artacak şekilde kullanmışlardır. Yani yürütülen MBYBTE'ler öğrencilerin uyguladığı “Boyut Tahmini, Uzamsallık Testi ve Uzay Modülü İnisi” isimli etkinliklerin UA kodlu göstergeleri geliştirmede yardımcı olduğu düşünülmektedir. Aşağıda bazı öğrencilerin söz konusu etkinliklerde UA göstergesini kullandığı örneklerle yer verilmiştir.



Şekil 7. Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde (sol taraftaki) ve son test sürecinde yapmış olduğu deri modelleri

Şekil 7'nin sol tarafında yer alan görselde Ö18 ve Ö19 kodlu öğrencilerin, ön test sürecinde hazırlamış oldukları deri modeli verilmiştir. Öğrencilerin bu modelde bir deri kesitini göstermeyi amaçladıkları görülmektedir. Bu doğrultuda küp şeklinde bir yapı üzerinde mukavvalar, renkli kartonlar ve kağıtlar kullanarak modellerini oluşturma yoluna gitmişler ve deri kesitinde yer alan yapıları bu şekilde göstermeye çalışmışlardır. Öğrencilerin bu model oluşturma sürecinde uzamsal algılama becerilerine ilişkin davranışları incelenmiştir. Aşağıda öğrenci grubunun süreç içerisinde kendilerine yönlendirilen sorulara ilişkin cevaplarına ve araştırmacı alan notlarından bir örneğe yer verilmiştir.

A: Modelinize karar verdiğinizizi görüyorum. Neden deri modeli yapmak istediniz?

Ö18: Daha önce yapmadığımız bir model öğretmenim.

A: Güzel. Peki internetten araştırdığınız ve bulduğunuz deri modelini üç boyuta aktarmak zor oldu mu?

Ö19: Öğretmenim modeli yaparken zorlandık biraz. Küp şeklinde yaptık, daha sonra oyun hamurları ve kartonla üzerine başka şeyler de ekledik.

A: Fakat bakınca modelin her yeri aynı olmamış. Sadece bir yüzüne odaklanmışsınız. Böyle mi planladınız yoksa başka bir şey yapacaktınız da olmadı mı?

Ö19: Aslında her yüzeyinde olacaktı bir şeyler. Fakat böyle gösterdik biz.

A: Modeli yaparken hiç kontrol etmek aklınıza gelmedi sanırım. Ben sizi gözlerken sadece sıranızda o yüzü kontrol ederek yaptınız.

Ö19: Ben etmedim.

Ö18: Sadece burayı yapalım diye düşündük. Ben kontrol ettim modelin etrafını ama işte bu kadar yaptım.

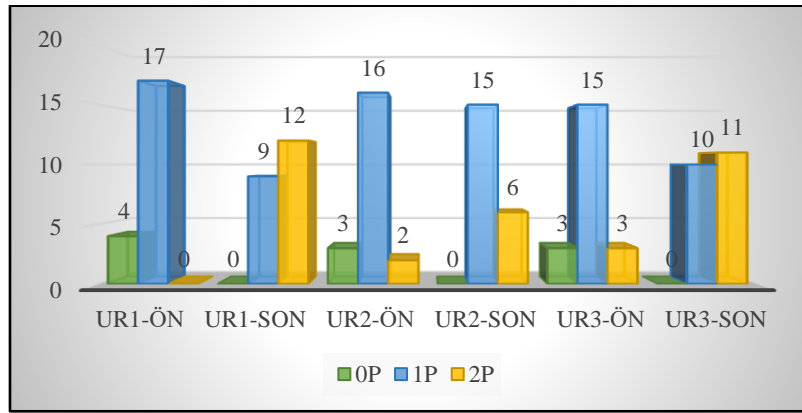
A: Grup üç boyutlu bir model tasarlıyor. Fakat bu modelin her yerini kontrol etmek yerine, sadece tek yüzüne odaklandı. Model etrafında hareket ederek gözlem yapıyorlar fakat bunu modele tam aktaramadılar. Eksiklikleri olsa da nispeten taslaklarındaki modeli yaptılar.

Araştırmacı alan notu ve diyalog kesiti incelendiğinde ilgili öğrencilerin modelleme sürecinde, üç boyutlu yapmayı amaçladıkları deri modelinin tek yüzüne odaklandıkları, bu bağlamda modelin diğer yüzlerini gözlemlemelerine rağmen tam olarak modele bu gözlemlerini yansıtamadıkları ifade edilmektedir. Bu bağlamda ön test sürecinde uzamsal algılama becerisinin UA göstergesini Ö18'in kısmen sergileyebildiği,

bu gösterge çerçevesinde bir puan düzeyinde davranış sergilediği belirlenmiştir. Yine Şekil 7’de yer alan aynı grup öğrencilerin son testte (sağ taraftaki) yer alan modeli incelendiğinde, öğrencilerin bu modelde bir deri kesitini göstermeyi amaçladıkları görülmektedir. Öğrencilerin hazırlamış oldukları bu model ve modelleme süreci uzamsal algılama becerisinin UA göstergesi bağlamında incelenmiştir. Ö18 ve Ö19 kodlu öğrenciler deri modelini küp şeklinde oluşturmuştur. Bu aşamada öğrenciler modeli sabit bir nesne olarak kabul ederek, sürekli farklı noktalardan incelemişlerdir. Bu şekilde oluşan geometrik değişimler arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır. Daha önceden ön test sürecinde eksik bir şekilde küp deri modelini oluşturan bu grup son test bağlamında da küp şeklinde oluşturmuşlardır. Dolayısıyla son test bağlamında yaptıkları bu modelden UA göstergesi bağlamında iki puan almışlardır.

3.1.3. Uzamsal Rotasyon Becerisine İlişkin Bulgular

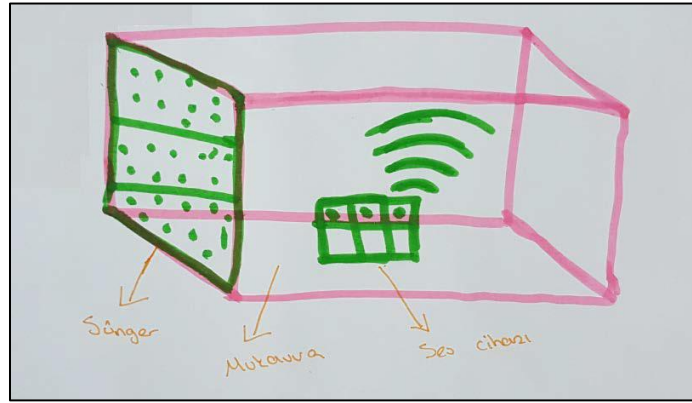
Öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 3’te yer verilmiştir.



Grafik 3. Uzamsal rotasyon becerisinin MBYBTE’lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 3’te öğrencilerin uzamsal rotasyon becerisinin ön test ve son testte kullanımlarına yönelik verilere yer verilmiştir. Grafik 3 incelendiğinde, ön testte yer alan dört öğrencinin söz konusu göstergesi UR1 bağlamında sergilemediği, 17 öğrencinin UR1’i bir puan düzeyinde sergilediği ve bu göstergesi iki puan seviyesinde sergileyen öğrenciye rastlanmadığı görülmektedir. UR1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan seviyesinde sergileyen öğrenciye rastlanmadığı, dokuz öğrencinin bir puan seviyesinde sergilediği ve 12 öğrencinin ise iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmektedir. Bu durum adayların MBYBTE’leri uygularken UR1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığı anlamına gelmektedir. Yine Grafik 3 incelendiğinde ön testte yer alan üç öğrencinin söz konusu göstergesi UR2 bağlamında sergilemediği, 16 öğrencinin UR2’yi bir puan düzeyinde sergilediği ve iki öğrencinin ise bu göstergesi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son test bağlamında UR2 göstergesini sıfır puan olarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında 15 öğrenci UR2 göstergesini bir puan seviyesinde, altı öğrenci de iki puan seviyesinde sergilemişlerdir. Grafik 3 UR3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan üç öğrencinin bu göstergesi hiç sergilemediği, 15 öğrencinin bu göstergesi bir puan seviyesinde, üç öğrencinin ise bu göstergesi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan 10 öğrenci UR3 göstergesini bir puan seviyesinde, 11 öğrenci ise bu göstergesi iki puan seviyesinde sergilemiştir. Uzamsal rotasyon becerisinin UR2 göstergesi, iki boyutlu çizimlere ilişkin zihinde farklı açılara dönüşüm yapmayı içermektedir. UR2 göstergesinden ön test sürecinde üç öğrencinin sıfır, 16 öğrencinin bir, iki öğrencinin ise iki puan aldığı görülmektedir. Yani öğrenciler genel olarak UR2 göstergesinin ön test sürecinden sıfır puan ve bir puan almışlardır. Öğrencilerin ön test sürecinde genel olarak taslak çizimi bir zemine oturttukları için, taslak çizime farklı açılardan baktığında

oluşacak yeni şeklin zihninde canlanmasında zorluklar yaşadıkları tespit edilmiştir. Aşağıda Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin yapmış olduğu taslak çizimlere ait örnekler verilmiştir.



Şekil 8. Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde hazırladıkları ses yalıtımı model taslağı

Şekil 8 incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin oluşturacakları modelin bir taslağını çizdikleri görülmektedir. Öğrenciler ses yalıtımı modelinin görüntüsünü bir noktadan çizerek kullanacakları malzemelere ve bu malzemelerin modelin hangi kısmında kullanılacağını belirttikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu taslak çizimleri incelendiğine modeli düz bir zemin üzerine oturttukları, bu zemin üzerine dikdörtgen prizma şeklinde mukavvadan bir kutu yapmayı planladıkları ve bu mukavvanın içini süngerle kaplamayı planladıkları görülmektedir. Öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerden bir kesite aşağıda yer verilmiştir.

A: Bu taslağa göre ses yalıtım modeli yapacaksınız sanırım. Modelinizi üç boyutlu mu yoksa iki boyutlu mu yapacaksınız?

Ö7: Üç boyutlu öğretmenim.

A: Peki çizdiğiniz bu taslak modele farklı yönlerden bakarsak sizce nasıl bir görüntüsü olur?

Ö7: Öğretmenim yandan bakınca hiçbir şey göremeyiz ki. Sadece kartonu dümdüz görürüz.

Ö7: Bence de öğretmenim dışından kartonu görürüz.

A: Peki şekle farklı açılardan bakarsanız ne görürsünüz?

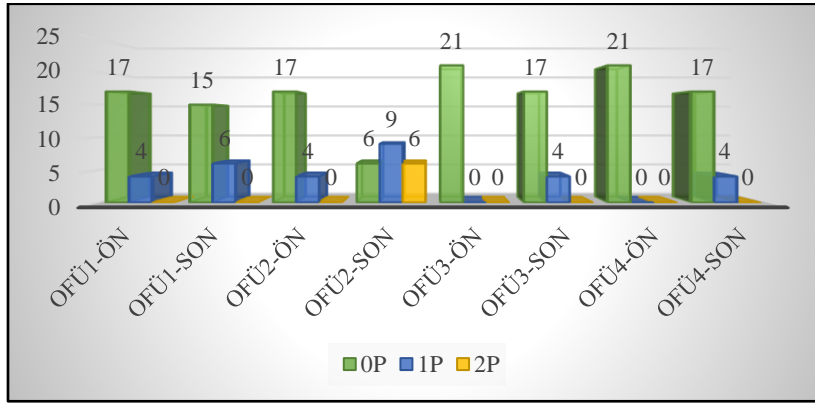
Ö9: Öğretmenim biraz süngeri görebiliriz ama yine çok değişmez. Dış yüzeyini görürüz.

A: Taslakta yer alan çizimi zihinlerinde farklı şekilde düşünmelerinde bazı eksiklikler söz konusu. Canlandırmayı yapabiliyorlar fakat hatalar mevcut.

Yukarıdaki konuşmalar incelendiğinde öğrencilerin ses yalıtım model taslağının farklı noktalardan hayali bir şekilde gözlemlemelerine ilişkin cevaplarına yer verilmiştir. Burada öğrencilerin genel olarak taslak modelin farklı açılardan görüntüsünü zihinlerinde canlandırmada zorluk yaşadıkları görülmektedir. Dolayısıyla öğrenciler, iki boyutlu çizimlere ilişkin zihindeki farklı açılara dönüşüm yapmayı içeren UR2 göstergesinden ön test sürecinde bir puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir.

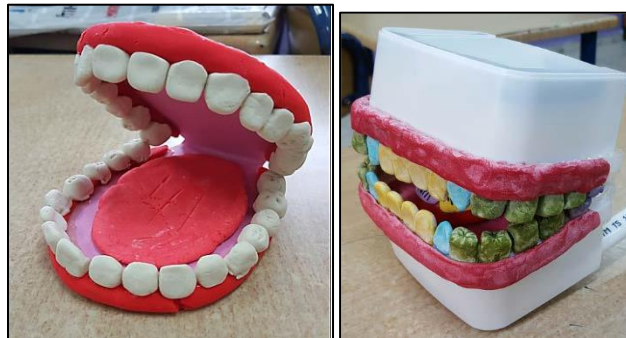
3.1.4. Orijinal Fikir Üretme Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin orijinal fikir üretme becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 4'te yer verilmiştir.



Grafik 4. Orijinal fikir üretme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 4'te öğrencilerin orijinal fikir üretme becerilerinin MBYBTE'lerin öncesinde ve sonrasındaki değişimi gösterilmiştir. Grafik 4'teki OFÜ1 göstergesi ön test bağlamında incelendiğinde 17 öğrencinin bu göstergesi sergilemediği, dört öğrencinin ise bu göstergesi bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son testte yer alan OFÜ1 göstergesine bakıldığında öğrencilerden 15'inin bu göstergesi sıfır puan, altı öğrencinin ise bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Ön ve son test OFÜ1 bağlamında incelendiğinde bu göstergesi sergilemeyen öğrencilerin bir miktar azaldığı, bir puan seviyesinde sergileyen öğrencilerin ise bir miktar arttığı gözlenmektedir. Buna rağmen OFÜ1 göstergesini öğrenciler hem ön testte hem de son testte iki puan seviyesinde kullanmamışlardır. Yine Grafik 4 OFÜ2 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 17 öğrencinin göstergesi sergilemediği, dört öğrencinin ise göstergesi bir puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Bu duruma ek olarak son test verileri incelendiğinde altı öğrenci OFÜ2 göstergesini sergilememiş, dokuz öğrenci bu göstergesi bir puan seviyesinde ve diğer altı öğrenci ise göstergesi iki puan seviyesinde sergilemişlerdir. Bu verilere bakıldığında MBYBTE'lerin öğrencileri OFÜ2 göstergesi bağlamında geliştirdiği söylenebilir. Grafik 4'te öğrencilerin OFÜ3 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde uygulamaya katılan 21 öğrencinin hiç birisinin bu göstergesi sergileyemediği görülmektedir. Yani öğrenciler modellerini geliştirirken orijinal fikir üretme becerisine ait OFÜ3 göstergesine kapsamında davranışlara yer verememişlerdir. Bunun aksine öğrencilerin son test çalışmaları incelendiğinde, dört öğrencinin OFÜ3 göstergesini bir puan seviyesinde sergiledikleri, geri kalan 17 öğrencinin ise yine söz konusu göstergesi sergileyemedikleri gözlenmektedir. Bu durum aslında MBYBTE'lerin öğrencilerin OFÜ3 göstergesini kullanma durumlarını çok etkilemediğini göstermektedir. Son olarak Grafik 4, OFÜ4 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde 21 öğrencinin bu göstergesi sergilemediği, son test verileri incelendiğinde dört öğrencinin OFÜ4 göstergesini bir puan seviyesinde sergilediği görülmüştür. Bu sonuç OFÜ3 göstergesinde olduğu gibi MBYBTE'lerin öğrencilerin OFÜ4 göstergesini modellerinde kullanma durumunu çok fazla etkilemediğini göstermektedir. Bu beceriye ait öğrenci modellerine yönelik örnekler ve Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Ö10, Ö11, Ö12 ve Ö13 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde (sol taraftaki) ve son test sürecinde oluşturduğu ağız modelleri

Süreç içerisinde bu gruba, araştırmacı tarafından yönlendirilen sorular ve öğrencilerin vermiş oldukları cevaplar aşağıda verilmiştir.

A: Evet çocuklar. Çizdiğiniz ağız modeline nasıl karar verdiniz?

Ö10: Öğretmenim kitaptan gördük, onu çizmeye karar verdik.

Ö12: Öğretmenim ben internetten de görmüştüm.

A: Peki sizce farklı bir model çizilebilir miydi? Yani kitapta gösterilenden farklı bir ağız modeli?

Ö13: Öğretmenim nasıl olacak ki o? Bizim bir tane ağzımız var, farklı nasıl çizebiliriz ki?

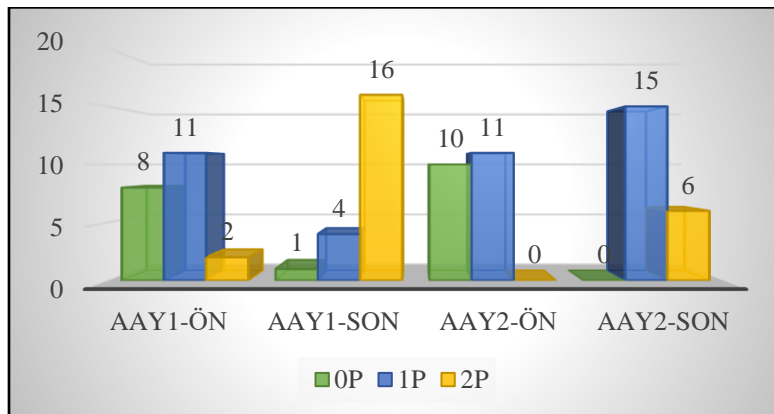
Ö11: Farklı olursa modelimize benzemez diye düşündük. Kitabımızdaki resimlere, ağzımıza benzesin diye biz de aynısı gibi olsun diye böyle çizdik.

A: Ağız modeli bilinen tarzda bir model. Özgünlük bağlamında değerlendirilecek unsur mevcut değil. Malzemeler ve model şekli orijinal değil.

Şekil 10 incelendiğinde öğrencilerin oyun hamurları kullanarak rutin, sıkça karşılaşılan bir ağız modeli yaptıkları görülmektedir. Yani daha önceden tasarımı yaptıkları ve bütün kaynaklarda karşılaşılabilecek bir model yapmışlardır. Öğrencilerle gerçekleştirilen diyalog kesitinden de görüldüğü üzere, öğrenciler ağız modelinin tek bir çeşit olacağını ve hazırlayacakları modelin de kitaplarında yer alan resimlere benzemesi gerektiğini düşünmektedirler. Öğrencilerin oyun hamuru dışında bir malzeme kullanmadan bu modeli yapmaları, rutin olmayan malzemelere yer veremediklerini göstermektedir. Bu bağlamda öğrenciler ön test sürecinde modeli için rutin olmayan malzemelere yer veremediğinden dolayı OFÜ2 göstergesinden de sıfır puan düzeyinde davranış sergilemişlerdir. Yine Şekil 10 (sağ tarafta yer alan son test modeli) incelendiğinde öğrencilerin yapmış olduğu ağız modelinin standart bir ağız modelinden farklı olduğu görülmektedir. Yani çene kısımlarının oval değil de dikdörtgen olması modelde farklılık teşkil etmektedir. Öğrencilere bu durumun sebebi sorulduğunda “Öğretmenim dişler ve çene olacak modelimizde. Ama bu sefer çenenin alt ve üst kısmını dikdörtgen yaptık. Çünkü modelimizi yaparken dondurma kabı kullanmayı düşünüyoruz” şeklinde bir cevap alınmıştır. Yani öğrenciler son test sürecinde model oluştururken yaratıcı bir fikir ortaya attıkları için OFÜ2 göstergesinden iki puan almışlardır.

3.1.5. Analogik Akıl Yürütme Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin analogik akıl yürütme becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 5'te yer verilmiştir.



Grafik 5. Analogik akıl yürütme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 5'te öğrencilerin analogik akıl yürütme becerisinin ön test ve son test modelleme süreçlerindeki gösterge değişim puanları verilmiştir. Bu değişimler incelendiğinde öğrencilerin ön test verilerinde sekiz öğrencinin bu göstergesi kullanmadığı, 11 öğrencinin bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı, iki öğrencinin ise bu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Öğrencilerin son test verilerine bakıldığında bir öğrencinin AAY1 göstergesini kullanmadığı, dört öğrencinin bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı ve 16 öğrencinin ise söz konusu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı gözlemlenmiştir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygulama süreci boyunca analogik akıl yürütme becerisinin yeterliklerini fark ettiğini ve öğrencilerin bu süreç boyunca AAY1 göstergesini iyi düzeyde kullanmaya başladığı anlamına gelmektedir. Grafik 5 incelendiğinde ön test sürecinde 10 öğrencinin AAY2 göstergesini kullanmadığı, 11 öğrencinin ise bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak öğrencilerin son test süreci incelendiğinde, 15 öğrencinin AAY2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı, altı öğrencinin ise bu göstergesi iki puan alacak şekilde gösterdiği gözlemlenmektedir. Son test sürecinde uygulamaya katılan öğrencilerin tamamının AAY2 göstergesini kullandığı dikkat çekmektedir. Aşağıda Ö2 kodlu öğrenci ve araştırmacı arasında geçen diyaloglara yer verilmiştir.

A: Evet çocuklar, sanırım dünya-güneş ay modeli yaptınız. Yaptığınız modele bu şekli vermek aklınıza nereden geldi?

Ö2: Öğretmenim biraz araştırdık. Daha sonra gezegenlerin uzayda asılı halde olduğunu görmüştük daha önceden. Oradan aklımıza geldi yaptık.

A: Daha önce nereden ve hangi konuyu görmüştünüz?

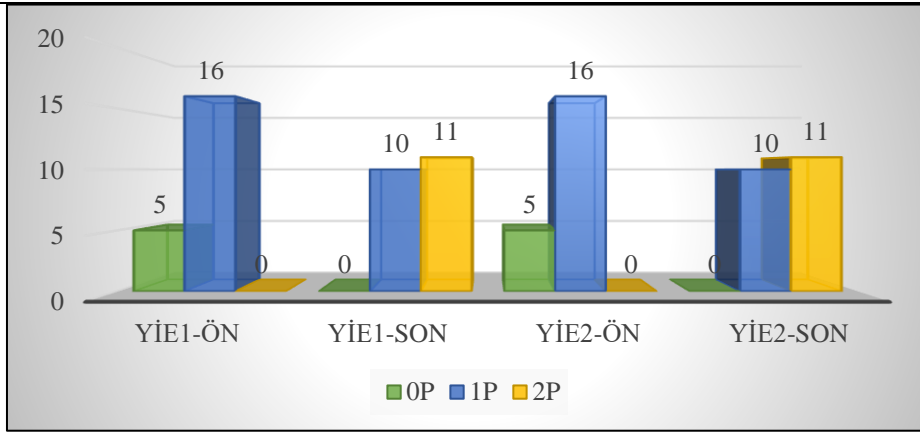
Ö2: Öğretmenim, biz daha önceden dersimizde Dünya'nın katmanlarını modellemiştik. Orada da Dünya'yı bu şekilde oluşturmuştuk. Aklımıza geldi aynı şeyi buradan da yapabiliriz diye düşündük.

A: Daha önce öğrenilen konudan modele ilişkin bağlantı söz konusu. Fakat modele yönelik bu ilişki uzay konusuyla alakalı değil. Konuya ilişkin yeterli düzeyde ilişki kurulamıyor.

Yukarıdaki diyalogda Ö2 kodlu öğrenci ile araştırmacı arasında geçen konuşmalara ve araştırmacı alan notundan bir örneğe yer verilmiştir. Bu konuşmalar incelendiğinde Ö2 kodlu öğrencinin daha önceden gördüğü bir konuyu yeni duruma uyarladığı görülmektedir. Öğrenci daha önceki bilgi birikimi ile önceki deneyimleri arasında benzerlik kurduğunu yukarıdaki gibi ifade etmiştir. Ancak diyalogda da görüldüğü gibi Ö2 kodlu öğrenci önceden sahip olduğu bilgi birikimini yeni duruma uyarlarken zorluk çekmiştir. Yani Dünya, Ay ve Güneş'i modellemiş ancak bu gök cisimlerinin uzay içerisinde olması gerektiğini fark edememiştir. Dolayısıyla Ö2 kodlu öğrencinin ön test sürecinde AAY1 ve AAY2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilediği görülmektedir.

3.1.6. Yapısal İlişki Eşleştirme Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 6'da yer verilmiştir.



Grafik 6. Yapısal ilişki eşleştirme becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 6'da öğrencilerin yapısal ilişki eşleştirme becerisinin ön ve son test modelleme süreçlerindeki gösterge değişim puanları verilmiştir. Bu puanlar YİE1 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön test sürecinde beş öğrencinin bu göstergeyi kullanmadığı, 16 öğrencinin ise söz konusu göstergeyi bir puan seviyesindeki davranışlar çerçevesinde sergilediği görülmektedir. Son test süreci kapsamında ise YİE1 göstergesini 10 öğrencinin bir puan seviyesinde, 11 öğrencinin ise göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmektedir. Grafik 6'ya göre YİE2 göstergesini, ön test sürecinde beş öğrenci sıfır puan seviyesinde, 16 öğrenci ise bir puan seviyesinde sergilemiştir. Son test sürecinde ise YİE2 göstergesini 10 öğrencinin bir puan seviyesinde, 11 öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan seviyesinde sergilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak MBYBTE'lerin öğrencilerin YİE1 ve YİE2 göstergelerini kullanmada etkili olduğu görülmektedir.

Yapısal ilişki eşleştirme becerisinin YİE1 göstergesi, "model ya da model kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında ilişkileri koruyabileceği yapılar belirleme" ve YİE2 göstergesi "Model ya da modelin kısımları ile kaynak nesne ya da kaynak nesnenin kısımları arasında sistematik eşleşmeleri belirleme" şeklindedir. YİE1 ve YİE2 göstergeleri birbiri ile ilişkili olduğu için iki gösterge birlikte olacak şekilde öğrenci örnekleri verilmiştir. Aşağıda ön test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ve araştırmacı arasında geçen ve YİE1 ile YİE2 göstergelerinin belirlendiği diyaloglara yer verilmiştir.

A: Dünya Güneş Ay modelinizi biraz anlatın bakalım. Neler yaptınız?

Ö3: Öğretmenim biz dediğiniz gibi Dünya, Güneş ve Ay modelini yaptık. Oyun hamurlarıyla ipe asarak yaptık.

Ö4: Şey öğretmenim, hepsini ipe astık.

A: Peki bu taş gibi olan şey ne?

Ö2: Öğretmenim o Ay. Öğretmenim biz tam malzeme bulamadık. O yüzden şekilleri tam yuvarlak olmadı. Yani sarı olan şey Güneş, taş gibi olan şey Ay zaten diğeri de Dünya.

A: Kaynak nesnelere sadece bir-iki unsurla model arasında bir bağlantı kurabiliyor. Korunması gereken kaynak nesne özelliği yeterli düzeyde değil. Bu özelliklerin çok az bir kısmının farkında.

Yukarıdaki diyalog incelendiğinde öğrencilerin model ile modelin oluşturduğu objeler arasında kısıtlı ölçüde ilişki kurabildiği görülmektedir. Özellikle ilişki kurmaya çalışan kişi ise Ö2 kodlu öğrencidir. Dolayısıyla öğrencilerin, model ile kaynak nesne arasında ilişki kurmada ve bu ilişkinin sistematik bir yapıda olmasını sağlamada zorluk çektikleri görülmektedir. Bu bağlamda Ö2 kodlu öğrenci ön test sürecinde YİE1 ve YİE2 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilerken Ö3 ve Ö4 kodlu öğrenciler ise YİE1 ve YİE2 göstergelerinden sıfır puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Son test sürecinde Ö2, Ö3 ve Ö4 kodlu öğrencilerin YİE1 ve YİE2 göstergeleri çerçevesinde iki puan düzeyinde

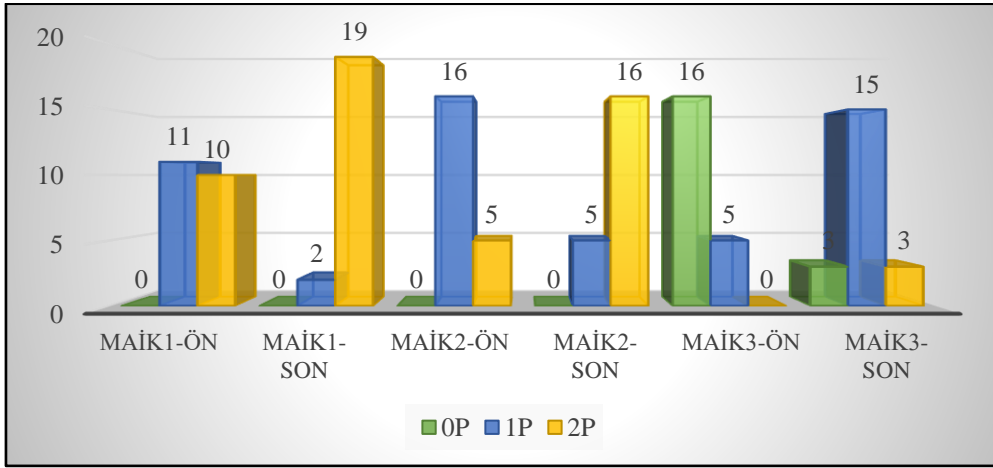
davranış sergiledikleri belirlenmiştir. Bu öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları Dünya, Güneş ve Ay modelini daha da geliştirmiş ve son test sürecindeki modellerini elde etmişlerdir.

3.2. Modelleme İçin Süreçsel Becerilere İlişkin Bulgular

Öğrencilerinin MBYBTE'ler uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra modelleme becerilerindeki değişimi ortaya koymaya çalışan araştırmamızın bu başlığında süreçsel becerilerdeki değişime ait bulgulara yer verilmiştir.

3.2.1. Malzeme-Araç İlişkisi Kurma Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 7'de yer verilmiştir.



Grafik 7. Malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 7'de öğrencilerin malzeme-araç ilişkisi kurma becerisinin ön ve son testte kullanımlarına yönelik bulgulara yer verilmiştir. Grafik 7'ye göre, ön testte yer alan 11 öğrencinin MAİK1'i bir puan düzeyinde kullandığı, 10 öğrencinin ise bu göstergesi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MAİK1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, iki öğrencinin bir puan alarak kullandığı ve 19 öğrencinin ise iki puan alarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MAİK1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığı anlamına gelmektedir. Yine Grafik 7 incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin MAİK2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı, beş öğrencinin de MAİK2 göstergesini iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son test bağlamında MAİK2 göstergesini sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında beş öğrenci MAİK2 göstergesini bir puan alarak, 16 öğrenci de iki puan alarak kullanmıştır. Grafik 7 MAİK3 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin bu göstergesi hiç kullanmadığı, beş öğrencinin ise bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan üç öğrenci MAİK3 göstergesini hiç kullanmamış, 15 öğrenci bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullanmış ve üç öğrenci de bu göstergesi iki puan alacak şekilde kullanmıştır. MAİK1 göstergesi bağlamında davranışları incelenen Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerle gerçekleştirilen mülakatlardan bir örnek aşağıda verilmiştir.

A: Evet çocuklar, yaptığımız taslakta hangi araçları kullanacağımızı belirtmemişsiniz. Hangi araçları kullanacaksınız?

Ö7: Öğretmenim biz araçları zaten getirdik ya o yüzden yazmadık.

Ö8: Evet öğretmenim. Araçlarımız belli karton, sünger, yapıştırıcı.

A: Söyledikleriniz model için kullanacağımız malzemeler çocuklar. Peki araç olarak ne kullanacaksınız?

Ö9: Öğretmenim bunlar işte. Bunlar dışında bize şimdi bir şey lazım değil.

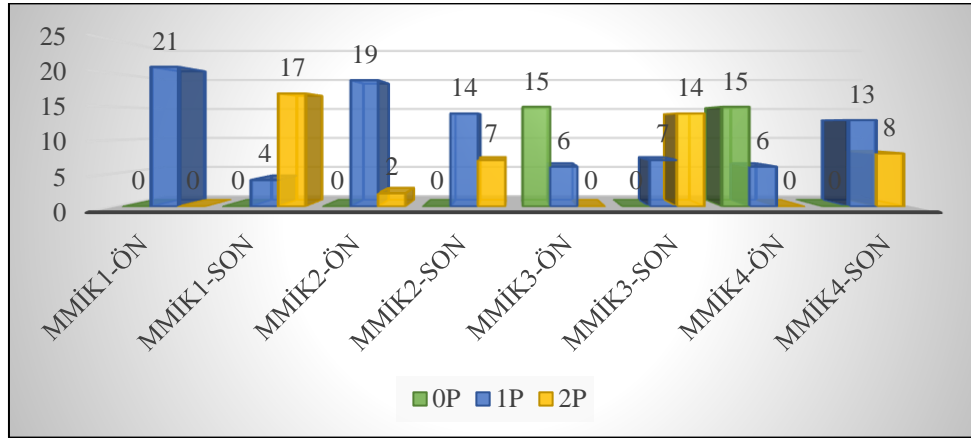
Yukarıda araştırmacı ile Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrenciler arasında ön test sürecinde gerçekleşen diyalog verilmiştir. Bu diyalog incelendiğinde öğrencilerin taslaklarında hangi araçları kullanacağına yer vermedikleri ve bu araçlara taslaklarında yer vermelerine gerek olmadığı ifade edildiği anlaşılmaktadır. Araştırmacı da bu kapsamda öğrencilerin hangi araçları kullanacağını irdelemektedir. Ö7 kodlu öğrenci zaten gerekli araçları getirdikleri için yazmadıklarını ifade etmiştir. Aslında diyalogda da görüldüğü gibi öğrenciler hangi araçlara ihtiyaçları olduğunu bilmemektedirler. Araştırmacı öğrencilerin söylediklerinin araç değil de malzeme olduğunu ifade etmiştir. Bu duruma ilişkin araştırmacı alan notu aşağıda verilmiştir.

A: Öğrenciler ön test sürecinde malzeme ile araç arasındaki farkı bilmiyorlar. Getirdikleri her şeyi malzeme olarak nitelendiriyorlar. Ayrıca çizdikleri taslak modellerde hangi araçlara ihtiyaçlarının olduğunu belirtmemişler.

Yukarıda verilen diyalog ve araştırmacı notu incelendiğinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin modellerini oluştururken ihtiyaç duydukları malzemeleri bildikleri ancak araç olarak nelere ihtiyaç duyacaklarını ve kullanmaları gerektiğini ifade edemedikleri görülmektedir. Dolayısıyla bu öğrenciler ön test sürecinde model kapsamında kullanacağı malzeme ve araçları tanıma becerisinin göstergesi olan MAİK1'den bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

3.2.2. Malzeme-Model İlişkisi Kurma Becerisine İlişkin Bulgular

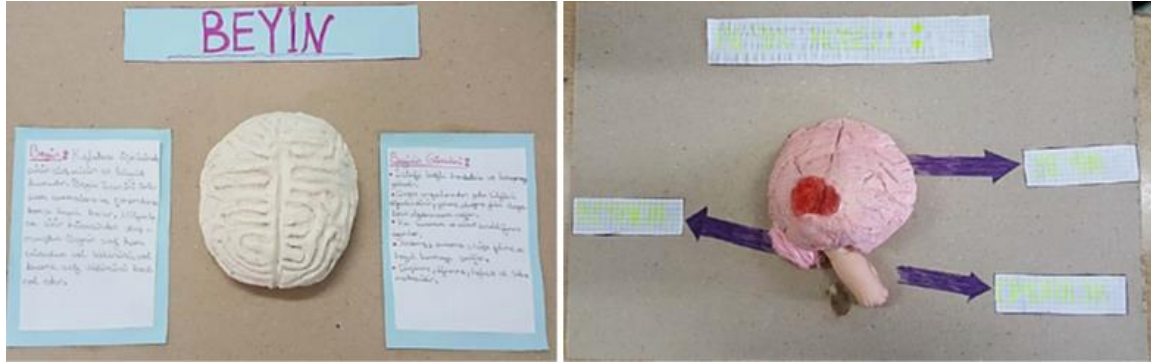
Öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 8'de yer verilmiştir.



Grafik 8. Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 8'de öğrencilerin malzeme-model ilişkisi kurma becerisinin MBYBTE'lerin öncesinde ve sonrasındaki değişimine yönelik grafiği verilmiştir. Grafik 8'de yer alan MMİK1 göstergesi, ön test bağlamında incelendiğinde 21 öğrencinin bu göstergesi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son testte yer alan MMİK1 göstergesine bakıldığında ise dört öğrencinin bu göstergesi bir puan, 17 öğrencinin ise bu göstergesi iki puan seviyesinde sergilediği gözlenmiştir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygulama sürecinden sonra MMİK1 göstergesine daha çok hâkim olabildikleri anlamına gelmektedir. Yine Grafik 8 MMİK2 göstergesi bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 19 öğrencinin söz konusu göstergesi bir puan, iki öğrencinin ise MMİK2 göstergesini iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Bu duruma ek olarak son test verileri incelendiğinde 14 öğrenci MMİK2 göstergesini bir

puan, yedi öğrenci ise bu göstergiyi iki puan seviyesinde sergilemiştir. Grafik 8’de öğrencilerin MMİK3 göstergesi bağlamında ön test verileri incelendiğinde 15 öğrenci bu göstergiyi sergilememiş, altı öğrenci ise söz konusu göstergiyi bir puan seviyesinde sergilemiştir. Öğrencilerin son test çalışmaları incelendiğinde yedi öğrencinin MMİK3 göstergesini bir puan, 14 öğrencinin ise bu göstergiyi iki puan seviyesinde sergilediği görülmektedir. Son olarak öğrencilerin MMİK4 göstergesi bağlamında ön test çalışmaları incelendiğinde, 15 öğrencinin bu göstergiyi hiç sergilemediği, altı öğrencinin ise göstergiyi bir puan alacak şekilde kullandığı gözlenmiştir. Aşağıdaki şekilde MMİK becerisini kullanan öğrencilerin ön ve son test sürecinde yaptığı beyin modellerine yer verilmiştir.



Şekil 17. Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin ön test sürecinde (sol taraftaki) ve son test sürecinde oluşturduğu modeller

Araştırmacı, öğrencilerin yaptığı bu model hakkında daha ayrıntılı bilgi elde edinebilmek için aşağıdaki görüşmeyi gerçekleştirmiştir.

A: Çocuklar, modelinizde ne yaptınız, anlatır mısınız?

Ö16: Öğretmenim kilden beyin yaptık. Daha sonra bu modelimizi kurumaya bıraktık. Kuruduktan sonra sert bir mukavva üzerine koyduk.

Ö17: Evet öğretmenim. Mukavvanın kenarlarına da beynin özelliklerini ve tanımını yazdık.

A: Peki hangi malzemeleri kullandınız?

Ö16: Kil, mukavva, renkli karton, kalem.

A: Kullandığınız bu malzemeler ile beynin hangi özelliklerini yansıttınız?

Ö17: Öğretmenim beynin yapısı kıvrımlı, o yüzden kile parmağımızla şekil verdik.

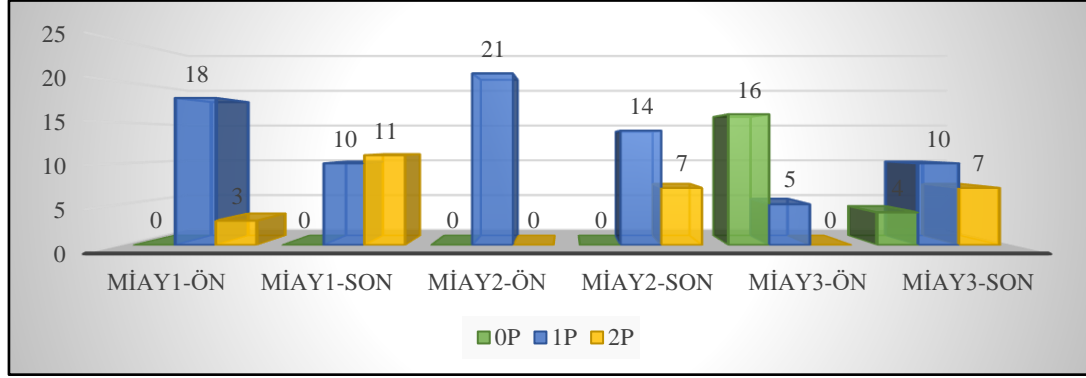
A: Beyin modelini yaparken öğrenciler kil kullanıyor. Modellerinde, modellerinin yumuşak olmasıyla ilişki kurmadıkları aşikâr. Kil kuruyunca sertleşecek. Yumuşak bir malzemeye yer verilebilirdi.

Şekil 17 incelendiğinde bir mukavva üzerinde kilden yapılmış beyin modeli görülmektedir (ön test sürecinde yer alan sol taraftaki beyin modeli). Bu beyin modelinin sol tarafında beynin tanımı sağ tarafında ise görevleri yazılmıştır. Öğrenciler burada kilden beynin görüntüsünü üç boyutlu olarak yapmışlardır. Beynin kıvrımlı yapısı modele yansıtılmıştır. Bu modeli yaparken öğrenciler kilin kurumadan önce yumuşak olma özelliği ile beynin kıvrımlarını birbiri ile ilişkilendirmişlerdir. Ancak bu öğrenciler, beynin daha farklı özelliklerini ya da yapısını yansıtmak için farklı malzemeler kullanmamışlardır. Yapılan modelin çalışma prensibi ise sağ taraftaki notlarda açıklanmıştır. Bu yüzden Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler ön test sürecinde model için seçtiği malzemeler ile modelin fiziksel özellikleri arasında ilişki kurmayı tam olarak yansıtamamışlardır. Dolayısıyla Ö16 ve Ö17 kodlu öğrenciler ön test sürecinde MMİK1 göstergesinden bir

puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir. Yine Ö16 ve Ö17 kodlu öğrencilerin Şekil 17’de yer alan son test sürecinde yaptığı beyin modeli incelendiğinde (sağ tarafta) ön test sürecinden farklı olarak farklı malzemeler kullandıkları görülmektedir. Öğrenciler beyinin kısımlarının işlevine göre farklı özellikteki malzemeleri kullanmışlardır.

3.2.3. Modele İlişkin Araştırma Yapma Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin modele ilişkin araştırma yapma becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 9’da yer verilmiştir.



Grafik 9. Modele ilişkin araştırma yapma becerisinin MBYBTE’lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 9 incelendiğinde, ön testte yer alan 18 öğrencinin MİAY1’i bir puan düzeyinde kullandığı, üç öğrencinin ise bu göstergeyi iki puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MİAY1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, 10 öğrencinin bir puan alarak kullandığı ve 11 öğrencinin ise iki puan alarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum adayların MBYBTE’leri uygularken MİAY1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir. Yine Grafik 9 incelendiğinde ön testte yer alan 21 öğrencinin tamamının MİAY2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Son test bağlamında MİAY2 göstergesini sıfır puan alarak kullanan öğrenciye rastlanmamıştır. Bunun dışında son test bağlamında 14 öğrenci MİAY2 göstergesini bir puan alarak, yedi öğrenci de iki puan alarak kullanmıştır. Grafik 9 MİAY3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 16 öğrencinin bu göstergeyi hiç kullanmadığı, beş öğrencinin ise bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan dört öğrenci MİAY3 göstergesini hiç kullanmamış, 10 öğrenci bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullanmış ve yedi öğrenci de bu göstergeyi iki puan alacak şekilde kullanmıştır. Aşağıda MİAY becerisine ilişkin öğrencilerle gerçekleştirilmiş olan görüşme ve araştırmacı alan notlarından bir örneğe yer verilmiştir.

A: Evet çocuklar hangi modeli yapmaya karar verdiniz?

Ö6: Hücre modeli öğretmenim.

A: Peki size verdiğim süre boyunca hücre modelini yapmaya nasıl karar verdiniz?

Ö5: Öğretmenim önce ders kitaplarına baktım. Sonra internetten araştırdım.

Ö6: Öğretmenim ben de ablama sordum. O bana internetten şekil bulup gösterdi.

A: Peki sonra ne yaptınız?

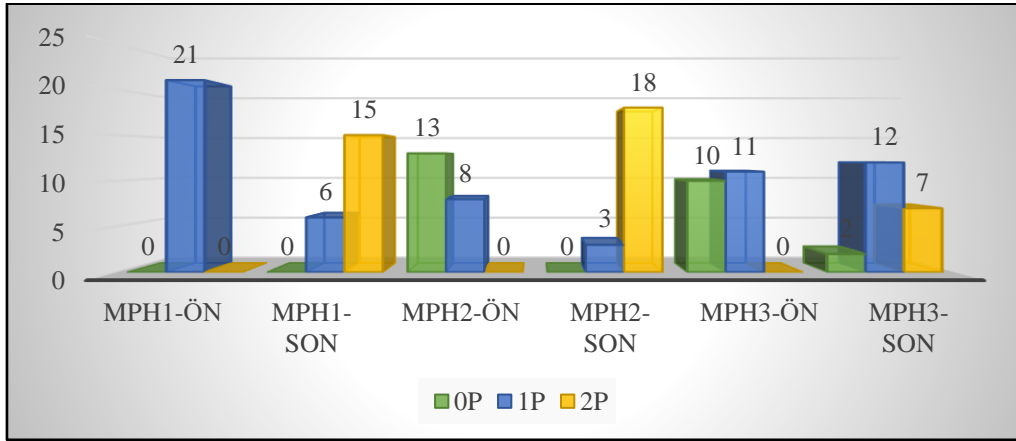
Ö5: Öğretmenim arkadaşşıma dedim ki hadi gel bulduğumuz şeyleri birleştirelim. Daha sonra bir gün buluşup birleştirdik ve nasıl bir model yapacağımıza karar verdik.

A: Ö5 ve Ö6 model yaparken araştırma sürecinin nasıl olması gerektiğinin farkında. Basamakları biliyorlar. Fakat hangi kaynaklar tercih edilmeli, bu kaynaklar nasıl incelenmeli bu noktalarda bazı sıkıntılar söz konusu gibi.

Yukarıda Ö5 ve Ö6 kodlu öğrencilerin hücre modeli yapmadan önce bu modeli nasıl yapacağına dair yaşadığı süreç, modele yönelik kullandığı kaynaklar ve topladığı verileri nasıl analiz ettiğine yönelik konuşmalar ve araştırmacının bu süreçlere ilişkin alan notundan bir kesit verilmiştir. Bu konuşmalar incelendiğinde, Ö5 kodlu öğrencinin modele yönelik veri topladığı, daha sonra bu verileri birleştirerek analiz etmeye çalıştığı görülmektedir. Bu süreçte Ö5 kodlu öğrenci modele ilişkin yapacağı araştırmanın basamaklarının farkındadır. Dolayısıyla ön test sürecinde Ö5 kodlu öğrenci MİAY1 göstergesinden iki puan alacak şekilde davranış sergilemiştir. Ö6 kodlu öğrenci ise modele yönelik araştırma basamaklarına tam hâkim değildir. Ayrıca her iki öğrenci de veri toplama kaynaklarını internet, kitap ve bir kişi ile sınırlandırıp verileri analiz etme boyutunda sıkıntılar yaşamışlardır. Sonuç olarak ön test sürecinde Ö5 ve Ö6 kodlu öğrenciler MİAY2 ve MİAY3 göstergelerinden bir puan alacak şekilde davranış sergilemişlerdir.

3.2.4. Model Planı Hazırlama Becerisine İlişkin Bulgular

Öğrencilerin model planı hazırlama becerisine ilişkin uygulama öncesi ve uygulama sonrasındaki değişime Grafik 10'da yer verilmiştir.



Grafik 10. Model planı hazırlama becerisinin MBYBTE'lerin öncesindeki ve sonrasındaki gösterge değişim puanları

Grafik 10 incelendiğinde, ön testte yer alan 21 öğrencinin tamamının MPH1 göstergesini bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. MPH1 göstergesi son test bağlamında incelendiğinde sıfır puan olarak kullanan öğrenciye rastlanmadığı, altı öğrencinin bir puan olarak kullandığı ve 15 öğrencinin ise iki puan olarak kullandığı gözlenmektedir. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MPH1 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir. Yine Grafik 10'da görüldüğü gibi ön testte yer alan 13 öğrenci MPH2 göstergesini hiç kullanmamıştır. Buna ek olarak sekiz öğrenci de MPH2 göstergesini bir puan alacak şekilde kullanmıştır. Son test bağlamında üç öğrenci MPH2 göstergesini bir puan olarak, 18 öğrenci de iki puan olarak kullanmıştır. Grafik 10 MPH3 bağlamında incelendiğinde ön testte yer alan 10 öğrencinin bu göstergeyi hiç kullanmadığı, 11 öğrencinin ise bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullandığı görülmektedir. Buna ek olarak son testte yer alan iki öğrenci MPH3 göstergesini kullanmamış, 12 öğrenci bu göstergeyi bir puan alacak şekilde kullanmış ve yedi öğrenci de bu göstergeyi iki puan alacak şekilde kullanmıştır. Bu durum öğrencilerin MBYBTE'leri uygularken MPH3 göstergesini kullanım düzeylerini artırdığını göstermektedir. Son test sürecinde Ö7, Ö8 ve Ö9 kodlu öğrencilerin ses yalıtımı modelinin taslağına 18'de yer verilmiştir.

4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmanın sonucunda elde edilen verilerden uygulanan MBYBTE'nin öğrencilerin modelleme becerileri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. İlgili literatürde de modellemeye dayalı öğretimin ya da modelleme etkinlikleri uygulanarak öğrencilerin modelleme sürecinde kullandığı becerileri ve akademik başarılarını artırdığına dair çalışmalara rastlanmaktadır (Baek, 2013; Bamberger & Davis, 2013; Batı, 2014; Düşkün, 2011; Erduran, 1999).

Araştırmada gerçekleştirilen modelleme süreçleri uzamsal beceriler (uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon) kapsamında incelendiğine öğrencilerin genel olarak son test sürecinde ön test sürecinden daha yüksek puan aldıkları görülmektedir. Bu sonuçlara bakıldığında öğrencilerin genel olarak son test sürecinde uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama ve uzamsal rotasyon becerilerinden iki puan alacak şekilde davranış sergiledikleri görülmektedir. Yani öğrenciler son test sürecinde söz konusu becerilere daha hâkim bir şekilde model çalışmalarını yürütmüşlerdir. Örneğin bir grup öğrenci Güneş Sistemi modelini ön test sürecinde yaparken öğrencilerin taslağı ve modeli arasında bir uyumsuzluk olduğu görülmektedir. Yani öğrenciler taslağında bir zemin üzerinde Güneş, Ay ve sekiz gezegeni çubuklar yardımıyla tutturmayı planladıkları ve gezegenleri sırasıyla çizmeyi planladıkları görülmektedir. Ancak öğrencilerin yaptıkları modele bakıldığında, taslaktaki gibi bir sıra gözetmeksizin dağınık bir şekilde gök cisimlerini yerleştirdikleri, gezegenleri çubuklar üzerinde oluşturmayı planladıkları, fakat modelleme aşamasında bunu gerçekleştirmedikleri görülmektedir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bazı eksikliklerinin olduğu fark edilmiştir. Son test sürecine gelindiğinde ise aynı öğrenci grubu taslak çiziminde gezegenlerin aynı hizada bir iple asılı duracağına ve gezegenlerin büyüklüklerine dikkat etmişlerdir. Öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları bu modelleme süreci uzamsal görselleştirme becerisi kapsamında değerlendirildiğinde, öğrencilerin iki boyutlu çizimlerini üç boyutlu nesnelere dönüştürmede bir gelişme gösterdikleri, modellerini amaçladıkları gibi üç boyutlu bir şekilde oluşturdukları görülmektedir. Bu araştırma kapsamında öğrencilerle yürütülen bilgisayar tabanlı etkinlikler ve modelleme etkinlikleri ile onlara hem modelleme sürecinin yaşatılması fırsatı verilmiş hem de taslak olarak yaptıkları çizimlerin üç boyuta nasıl aktarılacağına dair bilgilendirmeler yapılmıştır. Örneğin ses yalıtım modelini taslak olarak çizen öğrenci grubuna söz konusu modeli üç boyuta aktarırken hangi özelliklere dikkat etmesi gerektiğine dair vurgulamalar yapılmıştır. Bu vurgulamalar onların uzamsal görselleştirme becerilerinin gelişimine katkı sağlamıştır. Yani öğrencilerin geneli UG1 ve UG2 göstergelerini son test sürecinde daha etkili bir şekilde kullanmışlardır denilebilir. Bu durumun sebepleri olarak, öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmeye yönelik olarak iki boyutlu çizimlerin üç boyutlu hallerine ve tam tersinin gerçekleştirilmesine ilişkin unsurların MBYBTE'lerin bünyesinde yer almasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yani öğrenciler, MBYBTE'lerde yer alan uzamsal becerilere yönelik unsurları tekrar tekrar tecrübe ederek, iki boyuttan üç boyuta ve üç boyuttan iki boyuta yapılacak dönüşümlere ilişkin becerileri kazanmış oldukları ifade edilebilir. Araştırmadan elde edilen bu sonuca benzer şekilde ilgili literatür incelendiğinde uzamsal becerilerin gelişiminde bilgisayar destekli modelleme etkinliklerinin ve somut modeller kullanımının etkili olduğuna dair çalışmalara rastlanmaktadır (Bakker, 2008; Boakes, 2009; Boyraz, 2008; Clements & Battista, 1990; Çakmak, 2009; Kaufmann vd., 2005; McClurg & Chaille, 1987; McClurg vd., 1997; Rafi vd., 2006; Spencer, 2008; Yıldız, 2009; Yolcu, 2008). Bu çalışmalardan biri olan McClurg vd. (1997) uzamsal yeteneğin iki alt boyutu olan uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelimi geliştirmeye çalışmıştır. Üniversite öğrencilerinin katıldığı bu çalışmada araştırmacılar, HyperGami isimli programı kullanmış ve öğrencilerden üç boyutlu yapıları iki boyuta, iki boyutlu yapıları da üç boyuta dönüştürmesini istemiştir. Çalışmanın sonucunda ise kullanılan bu programın öğrencilerin uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim becerilerini kullanmalarında etkili olduğu ifade edilmiştir. Yıldız (2009) üç boyutlu sanal ortam

ve somut materyal kullanımının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerisi üzerindeki etkisini incelemeye yönelik bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada Yıldız (2009) deney grubunda öğretim programında yer alan bir konunun öğretimine yönelik sanal ortam kullanırken, kontrol grubunda ise somut materyal kullanarak benzer öğretimi gerçekleştirmiştir. Yıldız (2009) genel anlamda sanal ortamların deney grubunda uzamsal görselleştirme becerisini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde McClurg ve Chaille (1987) sanal ortam programı kullanımının öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini artırdığını ifade etmiştir.

Uzamsal algılama becerisi bağlamında öğrenciler, ön testten daha çok sıfır puan düzeyinde davranış sergilerken, son test sürecinde ise bir ve iki puan seviyesinde davranışlar sergilemişlerdir. Yani son test sürecinde öğrenciler yaptıkları modelde sabit nesne etrafındaki hareketi sonucu meydana gelen geometrik değişimler arasında ilişki kurmada daha başarılı olmuştur. Örneğin deri modelini yapan bir grup ön test sürecinde modelin sadece bir yüzünü doğru yapmış, diğer kısımlarını önemsememiştir. Aynı grubun son test sürecinde yaptığı deri modeli incelendiğinde, önceki modelinden farkının ne olduğu sorulmuş ve öğrencilerden “İlk modelin her yerini aynı yapmadık. Çünkü sadece bir yüze odaklandık. Bu sefer diğer yerlerini de kontrol ettik. Hem modeli hareket ettirdik farklı yerlerine bakmak için hem de hem de arkadaşım model etrafında dolaştık ve neresinde yanlış var gözlemledik” şeklinde cevap vermişlerdir. Öğrencilerin bu cevabından da görüldüğü gibi son test sürecinde öğrenciler artık UA göstergesini daha iyi kullanabilmektedir. Benzer sonuca Boakes’in (2009) çalışmasında da rastlanmaktadır. Boakes (2009) origami tabanlı öğretimin öğrencilerin uzamsal becerilerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yıldız (2009) ve Bakker (2008) de çalışmalarında kullandıkları somut materyallerin zihinsel çevirme becerisinde etkili olduğu sonucuna ulaşması, bu araştırmanın uzamsal algılama becerisinden elde edilen sonucu destekler niteliktedir.

Uzamsal rotasyon becerisinin son göstergesi olan UR3 bağlamında öğrencilerin ön test sürecinde daha çok bir puan şeklinde davranış sergilerken son test sürecinde ise iki puan şeklinde davranış sergilediği görülmektedir. Yani öğrenciler ön test sürecinde yaptıkları üç boyutlu modellerde zihninde dönüşümler yapamazken son test sürecinde bu modellere ilişkin zihinsel dönüşüm yapabilmeye başlamışlardır. Örneğin ses yalıtım modelini yapan bir grup öğrenci ön test sürecinde modelin etrafında dolanarak zihninde canlanan görüntüyü tam olarak açıklayamazken, son test sürecinde açıklayabilmişlerdir. Son test sürecinde öğrenciler bu durumu “Öğretmenim modele farklı yönlerden bakarsak farklı şeyler görürüz örneğin modelin tepesinde üçgenden çatı var. Ama çatıya tepeden bakınca o kare gibi. Görüntüsü değişir çünkü. Diğer duvarlar da farklı yönlerde farklı gözükür. Açısı değişiyor çünkü” şeklinde ifade etmişlerdir. Ön test sürecinde görüntünün değişmeyeceğini söyleyen bu grup son test sürecinde modelin etrafında dolaşınca değişecek özellikleri zihinlerinde canlandırıp ifade edebilmişlerdir. Bu yüzden uzamsal rotasyon becerisinin UR3 göstergesi bağlamında öğrencilerde gelişme olduğu söylenebilir. Daha önce de ifade edildiği gibi bu gelişmenin sebepleri arasında modelleme sürecinde MBYBTE’lerin kullanımının ve burada yer alan etkinliklerde üç boyutlu nesnelerin farklı açılardaki görüntülerine yer verilmesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda bu durumu destekler niteliktedir (Baenninger & Newcombe, 1995; Çakmak, 2009; McClurg vd., 1997; Olkun, 2003; Saito, vd., 1998). Bu çalışmalardan biri olan Çakmak (2009) origami tabanlı öğretimin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmasının sonucunda Çakmak (2009) öğrencilerin hem uzamsal görselleştirme hem de uzamsal yönelim yetenekleri üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çakmak (2009) tarafından uzamsal yönelim bağlamında elde edilen bu sonuç bu araştırmanın UR3 göstergesi bağlamında elde edilen sonucu destekler niteliktedir. Yani somut materyal ya da bilgisayar destekli modelleme etkinlikleri öğrencilerin uzamsal yönelim ya da diğer bir ifadeyle uzamsal rotasyon becerilerinin gelişiminde etkili olmuştur.

Araştırmanın modelleme süreci orijinal fikir üretme becerisi bağlamında düşünüldüğünde öğrenciler genel olarak ön ve son test sürecinde benzer puanlar almıştır. Yani uygulanan MBYBTE’lerin, öğrencilerin orijinal fikir üretme becerilerini geliştirmede sınırlı bir etkisi olmuş denilebilir. Genel olarak elde edilen

verilere bakıldığında modelleme süreci orijinal fikir üretme becerisi bağlamında öğrencilerin OFÜ2 göstergesini geliştirirken; OFÜ1, OFÜ3 ve OFÜ4 göstergelerinde çok fazla değişimin olmadığı söylenebilir. Aşağıda bu durumun sebepleri daha ayrıntılı incelenmiştir. Modelleme sürecinde öğrenciler analogik akıl yürütme becerisini ön test sürecinde kavramsal bilgi düzeyi bakımından daha düşük seviyedeki açıklamalara yer vererek sergilemişlerdir. Dolayısıyla ön test bağlamında öğrencilerin modeller üzerinde kurduğu analogi düzeylerinin de daha yüzeysel olduğu ifade edilebilir. Örneğin Güneş-Dünya-Ay modeli yapan bir grup öğrenci gök cisimleri iplere asılı olacak bir şekilde taslak oluşturmuşlardır. Öğrenci grubuna bunun nereden akıllarına geldiği sorulduğunda, daha önce benzer bir model ile karşılaşılmasından dolayı bu şekilde bir taslak çizme yoluna gittikleri ifade edilmiştir. Dolayısıyla modelleme süreci sonunda analogik akıl yürütme becerisi bağlamında öğrenciler AAY1 ve AAY2 göstergelerinden ön teste göre daha yüksek puan almışlardır. Bu durumun sebeplerinden birinin de öğrencilerin modelleme sürecinde yaptığı MBYBTE'ler olduğu düşünülmektedir. Çünkü ilgili etkinlikte analogik akıl yürütme becerisini ortaya çıkarmaya yönelik hazırlanan bulmacada, öğrencilere vücudumuzun organlarını farklı yiyeceklere benzeterek analogi kurulması istenmiştir. Yani bu süreçte öğrenciler fen derslerinde yer alan bazı konular ve kavramları etkinlikte verilen meyve ve sebzelerle ilişkilendirerek analogi kurmaya çalışmışlardır. İlgili literatürde de ders sürecinde ne kadar benzetimlere yer verilirse, öğrencilerin analogi kurma becerilerinin artacağına dair araştırmalara rastlanmaktadır (Harrison, 2001). Bu araştırmalardan birinde Harrison (2001) fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinin modelleme yeteneklerini ve ders kitaplarında yer alan modelleri ortaya koymaya yönelik bir çalışma yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda Harrison (2001) fizik ve biyoloji öğretmenlerinin derslerinde daha çok analogik açıklamalara yer verdiğini ve ders kitaplarında daha çok pedagojik-analogik modellerin yer aldığını ifade etmiştir.

Modelleme sürecinde, ön ve son test verilerinden elde edilen sonuçlar YİE becerileri bağlamında modelleme süreci öğrencilerin kaynak nesne ile ilişki arayarak bunu modellemesine yardımcı olduğundan YİE1 ve YİE2 göstergelerinin gelişimine katkıda bulunmuştur denilebilir. Bu duruma benzer olarak Barab vd. (2000) üniversite öğrencilerine Güneş Sistemi ve temel astronomi konularının öğretilmesinde, bilgisayar ortamında üç boyutlu modelleme sürecinin etkisini inceledikleri çalışma örnek verilebilir. İlgili araştırmacılar 19 üniversite öğrencisine iki dönem boyunca sınıf içi etkinlikleri uygulamış, bu etkinlikler sırasında gözlemler gerçekleştirmiş ve veriler video kayıtları ve alan notları ile kayıt altına almıştır. Uygulama süresince her öğrenci bireysel olarak bilgisayar etkinliğindeki yönlendirmeleri takip ederek, astronomi olaylarını modellemek için birer proje üretmeleri sağlanmıştır. Bunun yanında öğrencilerle uygulama öncesi ve sonrasında mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda Barab vd. (2000) bilgisayar destekli üç boyutlu modellemenin kavramsal anlamaya olumlu yönde katkısı olduğu, öğrencilerin modeller ile bu modellerin temsil ettiği gerçeklik arasındaki ilişkileri iyi bir düzeyde ifade edebildikleri tespit edilmiştir.

Öğrencilerin modelleme süreçlerinde başarılı olup verilen fen kavramlarını anlayabilmesi için sahip olduğu modelleme becerilerinin de iyi düzeyde olması gerektiği söylenebilir (Baek, 2013; Bamberger & Davis, 2013; Batı, 2014; Düşkün, 2011; Erduran, 1999; Harrison, 2001 Kertil, 2008; Ünal-Çoban, 2009; Valanides & Angeli, 2008; Wells vd., 1995; Yurt, 2011). Bu çalışmada geliştirilen MBYBTE'lerin zihinsel beceriler kapsamında; uzamsal görselleştirme, uzamsal algılama, uzamsal rotasyon, analogik akıl yürütme, yapısal ilişki eşleştirme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrenciler genel olarak ön test sürecinde malzeme ve araç kavramları arasında ilişki kurmada zorlanmışlardır. Yani model yapma sürecinde kullanılması gereken malzemeler sorulduğunda, öğrenciler önlerinde olan her şeyi saymaktadırlar. Araştırmacı bu durumu "Öğrenciler ön test sürecinde malzeme ile araç arasındaki farkı bilmiyorlar. Ayrıca çizdikleri taslak modellerde hangi araçlara ihtiyaçlarının

olduğunu belirtmemişler” şeklinde not almıştır. Araştırmacının aldığı bu notta da görüldüğü gibi, öğrenciler çizdikleri taslaklarda malzemeleri belirlemede zorluk çekmişlerdir. Dolayısıyla öğrencilerin geneli ön test sürecinde model kapsamında kullanacağı malzeme ve araçları tanıma becerisinin göstergesi olan MAİK1’den bir puan seviyesinde davranış sergilemişlerdir. Yine ön test ve son test sürecinde malzeme-arac ilişkisi kuramayan öğrenciler bazı malzemelerin nasıl kullanılacağına dair problem yaşamışlardır. Benzer durum ilgili literatürde öğrencilerin modele uygun araç ve malzeme kullanma becerileri psikomotor becerilerini kullanma şeklinde ifade edilmiştir. Stanley (2009) bir işi yaparken kullanılan ve bilinçli olarak yürütülen zihinsel etkinliklerin kas becerilerini, yönlendirerek bir uyum içerisinde çalışması olarak ifade etmiştir. Stanley (2009)’nin bu ifadesi aslında psikomotor becerilerin de bir zihinsel aktivite sonucu oluştuğu gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Fen eğitiminde modelleme sürecinde söz konusu psikomotor beceriler, mikroskobun kullanılması, teleskobun kullanılması gibi hem zihinsel hem de küçük kas becerilerinin bir arada kullanılmasını ifade eder. Dolayısıyla bu çalışmada da öğrencilerin söz konusu psikomotor becerilerini kullanabilmelerinin, onları modelleme sürecinde de istenilen başarıya ulaştırdığı düşünülmektedir.

Malzeme-model ilişkisi kurma becerisinde öğrencilerin sergiledikleri davranış puanlarına bakıldığında ön test sürecinde sıfır puan alan öğrencilerin hepsinin, son test sürecinde bir puan ve iki puana seviyesinde davranış sergiledikleri görülmektedir. Bir başka deyişle öğrenciler MBYBTE’ler aracılığıyla modelleme sürecini yaşarken malzeme model- ilişkisi kurma becerisinde gelişme gözlenmiştir.

Modele ilişkin araştırma yapma becerisi incelendiğinde, öğrencilerin genel olarak son test sürecinde daha başarılı oldukları görülmüştür. Ancak yine de bazı öğrenciler araştırma yapma basamaklarına tam olarak hâkim olamamıştır. Özellikler MİAY3 “Modele ilişkin yaptığı araştırma kapsamında topladığı verileri analiz etme” göstergesinde öğrenciler zorluk çekmektedir. Yani yaptıkları modelleri araştırmaları ile birleştirip bir ilişki kuramamaktadırlar. Bu durumun sebepleri irdelendiğinde öğrencilerin derslerde yeterince grup çalışmasına yönlendirilmemiş olmasından ve kendi fikirlerini rahatlıkla ifade edebilecekleri bir ortamda bulunamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yine bu süreçte tek bir kaynaktan araştırma yapmanın sağlıklı olmayacağını araştırmacı tarafından vurgulanması ve MBYBTE’lerde yer verilmesi, öğrencilerin son test sürecinde MİAY1 ve MİAY2 göstergelerinden yüksek puan almalarını sağladığı söylenebilir. Ön test sürecinde tek bir kaynaktan yararlanıp yaptıkları araştırma verilerini düzenlemede zorluk çeken öğrenciler, son test sürecinde artık daha deneyimli bir şekilde modellerine yönelik araştırma yapmışlardır. Modelleme sürecinin ilk aşamasının model ile ilgili veriler toplamak ve bu aşamanın bütün modelleme sürecinin temelini oluşturarak amaca hizmet eden, bilimsel doğruluğu yüksek modellerin üretilmesini sağlayacak önemli bir basamak olduğu düşünüldüğünde yapılan bu araştırmaların önemi ortaya çıkmaktadır (Barnea & Dori, 2000; Maia & Justi, 2009; Mendonça & Justi, 2011; Schauble vd., 1991; Schwarz & White, 2005).

Son olarak öğrencilerin model planı hazırlama becerisinde, son test sürecinde daha başarılı olduğu görülmektedir. Öğrenciler modelleme yaparken ön test sürecinde taslak modellerde ölçeklendirmeyi doğru ve etkili bir şekilde yapamamışlardır. Örneğin bir grup öğrenci ses yalıtım modelinde dikdörtgen prizması şeklinde oluşturduğu kutunun kenar uzunluklarını doğru oranda ölçeklendiremediğinden, modeli oluştururken bazı sıkıntılar yaşamıştır. Model yaparken düzgün bir plan hazırlama ve bu plana uyarak hareket etmenin oldukça önemli olduğu literatürde pek çok çalışmada görülmektedir (Arslan & Doğru, 2014; Demirçali, 2016; Doruk, 2010; Düşkün, 2011; Gözmen, 2008; Özdemir, 2017; Ünal-Çoban, 2009; Zeynelgiller, 2006). Dolayısıyla modelleme sürecinde başarılı olmak için modelleme becerilerinin gelişimi de önemlidir. Bu araştırma kapsamında öğrencilerin gerçekleştirmiş oldukları modelleme etkinlikleriyle de model planı hazırlama becerilerinin geliştiği ifade edilebilir.

5. ÖNERİLER

Öğrencilerin MBYBTE'ler aracılığıyla yapılan modelleme çalışmaları sayesinde modelleme becerileri gelişmiştir. Bu doğrultuda fen dersleri kapsamında gerçekleştirilecek modelleme süreçlerinin ve bu süreçler sonunda üretilen modellerin etkili olabilmesi için, bunlardan önce öğrencilerde belirlenen modelleme becerilerinin geliştirilmesi, sonrasında bu modelleme sürecine geçilerek model üretilmesi önerilmektedir.

Fen öğretiminde yer alan kazanımları öğrencilere kazandırabilmek için öğrencilerin modellemeye yönelik becerilerinin geliştirilmesi gerekir. Bunu yapabilmek için de öğrencilerin söz konusu sahne sahip olduğu becerilerin bilinmesi gerekir. Bu araştırmada da öğrencilerin modelleme sürecinde sahip olduğu becerilerin nasıl geliştirileceği ve bu becerilerin nasıl ölçüleceğine dair yöntemlere ve ölçme aracına yer verilmiştir. Dolayısıyla ileride bu alanda yapılacak çalışmalarda araştırmacılar tarafından geliştirilen bu ölçme aracının kullanılabilmesi önerilmektedir.

Buna ek olarak öğretmenlerin öğrencilerde kavramsal boyutta öğrenme gerçekleştirmelerini istiyorlarsa, modelleme becerilerini merkeze alan bir öğretim ortamı oluşturabilecekleri unutulmamalıdır.

Kaynakça/Reference

- Akar, Ü. (2007). *Öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme beceri düzeyleri arasındaki ilişki* [Yüksek lisans tezi]. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Arslan, A. (2013). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Arslan, A., & Doğru, M. (2014). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 4(2),1-17.
- Baek, H. (2013). *Tracing fifth-grade students' epistemologies in modeling through their participation in a model-based curriculum unit* [Doctoral dissertation]. Michigan State University.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1995). Environmental input to the development of sex- related differences in spatial and mathematical ability. *Learning and Individual Differences*, 7, 363–379.
- Bağcı-Kılıç, G. (2006). *İlköğretim bilim öğretimi*. Morpa Kültür Yayınları.
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.
- Bakker, M. (2008). *Spatial ability in primary school: Effects of the tridio learning material* (Master's thesis). University of Twente.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213-238.
- Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000). Virtual solar ssystem project: Building understanding through model building. *Journal of Research and Science Teaching*, 37(7), 719-756.
- Barnea, N., & Dori, Y. J. (2000). Computerized molecular modeling: The new technology for enhance model perception among chemistry educators and learners. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1, 109-120.
- Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; bu eğitimin öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerini etkisi* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Bıyıklı, C. (2013). *5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının bilimsel süreç becerileri, öğrenme düzeyi ve tutuma etkisi* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Boakes, N. (2009). Origami instruction in the middle school mathematics classroom: Its impact on spatial visualization and geometry knowledge of students. *Research in Middle Level Education*, 32(7), 1-12.
- Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer-based instruction on seventh grade students' ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology* [Master's thesis]. Middle East Technical University.
- Brown, D. E., & Clement, J. (1989). Overcoming misconceptions via analogical reasoning: abstract transfer versus explanatory model construction. *Instructional Science*, 18, 237-261.
- Bülbül, S. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin modelleme becerilerinin belirlenmesi, bu becerilere yönelik bilgisayar tabanlı etkinliklerin geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi* [Doktora tezi]. Trabzon Üniversitesi.
- Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem Akademi Yayıncılık.
- Chaffe, J. (2000). *Thinking critically* (6th ed.). Houghton Mifflin.
- Chang, S. (2008). The learning effect of modeling ability instruction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 1-21.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). The effects of logo on children's conceptualizations of angle and polygons. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(5), 356-371.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Sage.

- Creswell, J. W. (2006). Understanding Mixed Methods Research, (Chapter 1). Available at: http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf
- Çakmak, S. (2009). *An investigation of the effect of origami-based instruction on elementary students' spatial ability in mathematics* [Master's thesis]. Middle East Technical University.
- 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 bilimcesini ünitesi örneği* [Yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Düşkün, İ. (2011). *Güneş-dünya-ay modeli geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının astronomi eğitimindeki akademik başarılarına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Ennis, R. H. (1996). *Critical thinking*. Prentice Hall.
- Erduran, S. (1999). *Merging curriculum design with chemical epistemology: A case of learning chemistry through modeling* [Doctoral dissertation]. Vadnerbilt University.
- Facione, P. A. (1990). *Executive summary: Critical thinking: A statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. The California Academic Press.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y., & Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Gagne, R. M. (1965). *The conditions of learning*. Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Gilbert, S. (1991). Model building and a definition of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73-79
- Gözmen, E. (2008). *Lise 1. sınıf biyoloji dersinde okutulan "mayoz bölünme" konusunun öğretilmesinde modellerin öğrenmeye etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Guthrie, E. R. (1952). *The psychology of learning* (Rev. ed.). Harper.
- Gülççek, Ç., & Güneş, B. (2004). Materializing the concepts during science instruction: modeling strategy, computer simulations and analogies. *Science and Education* 29(134), 36-48.
- Gülççek, Ç., Bağ, N., & Moğol, S. (2003). Öğrencilerin atom yapısı-güneş sistemi pedagojik benzeştirme (analoji) modelini analiz yeterlilikleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 159, 74-84.
- Harrison, A. G. (2001). How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students. *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22, 1011-1026.
- Hsu, Y. S., Lin, L. F., Wu, H. K., Lee, D. Y., & Hwang, F. K. (2012). A novice-expert study of modeling skills and knowledge structures about air quality. *Journal of Science Education and Technology*, 21(5), 588-606.
- Hung, J., & Lin, J. (2009). The development of the simulation modeling system and modeling ability evaluation. *International Journal of u-and e-Service, Science and Technology*, 2(4), 1-16.
- Ingham, A. M., & Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Johnson, B., & Turner, L. A. (2003). Data collection strategies in mixed methods research. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 297-319). Sage.
- Kaufmann, H., Steinbügl, K., Dünser, A., & Glück, J. (2005). Improving spatial abilities by geometry education in augmented reality-application and evaluation design. In S. Richir & B. Taravel (Eds.), *The virtual reality international conference (VRIC)* (pp. 25-34). Laval.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.

- LeCompte, M. D., & Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31-61.
- Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modelling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving* (pp. 3-33). Lawrence Erlbaum.
- Lind, K. (2005). *Exploring science in early childhood: A developmental approach*. Thomson Delmar Learning.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630.
- Martin, D. J. (1997). *Elementary science methods a constructivist approach*. Delmar Publishers.
- McClurg, P., & Chaille, C. (1987). Computer games: Environments for developing spatial cognition. *Journal of Educational Computing Research*, 3, 95-111.
- McClurg, P., Lee, J., Shavali, M., & Jacobsen, K. (1997). Exploring children's spatial visual thinking in an hypergami environment. In R. E. Griffin, J. M. Hunter, C. B. Schiffman & W. J. Gibbs (Eds.), *Visionquest: Journeys toward visual literacy*. (pp. 257-266). International Visual Literacy Association.
- Méheut, M. (2004). Designing and validating two teaching-learning sequences about particle models. *International Journal of Science Education*, 26(5), 605-618.
- Mendonça, P. C. C., & Justi, R. (2011). Contributions of the 'Model of Modelling' diagram to the learning of ionic bonding: Analysis of a case study. *Research in Science Education*, 41(4), 479-503.
- Metcalf, J. S., Krajcik, J., & Soloway, E. (2000). MODEL-IT: A design retrospective. In M. J. Jacobson & R. B. Kozma (Eds.), *Innovations in science and mathematics education* (pp. 77-115). Lawrence Erlbaum Associates.
- Millî Eğitim Bakanlığı (MEB). (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Mutlu, E., & Aktan, E. (2012). Okul öncesi öğretmenlerinin düşünme eğitimi ile ilgili tutumlarının incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(4), 799-830
- Olkun, S. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 2(4), 86-91.
- Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F. & Gülbağcı, H. (2010). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-73.
- Özdemir, A. A. (2017). *Eğitim fakültelerindeki fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme hakkındaki düşüncelerinin analizi* [Yüksek lisans tezi]. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- Padilla, M. J. (1990). *The science process skills. Research matters—To the science teacher*. National Association for Research in Science Teaching (NARST). <http://www.narst.org/publications/research/skill.cfm>
- Perkins, D. N. (1991). What creative thinking is. In A. L. Costa (Ed.), *Developing minds: A resource book for teaching thinking* (Rev. 1st ed.) (pp. 85-88). ASCD.
- Rafi, A., Samsudin, K. A., & Ismail, A. (2006). On improving spatial ability through computer-mediated engineering drawing instruction. *Educational Technology & Society*, 9(3), 149-159.
- Raghavan, K., & Glaser, R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The MARS curriculum. *Science Education*, 79(1), 37-61.
- Raghavan, K., Sartoris, M. L., & Glaser, R. (1998). Why does it go up? The impact of the MARS curriculum as revealed through changes in student explanations of a helium balloon. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 547-567.
- Rapps, J. (1998). *Testing a theoretical model of critical thinking and cognitive development*. [Doctoral dissertation]. University of San Diego.
- Saito, T., Suzuki, K., & Jingu, T. (1998, July 31-August 3). *Relations between spatial ability evaluated by a mental cutting test and engineering graphics education*. [Paper presentation]. Eighth International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, Austin, USA.

- Schauble, L., Glaser, R., Raghavan, K., & Reiner, M. (1991). Casual models and experimentation strategies in scientific reasoning. *The Journal of the Learning Sciences*, 1, 201-238.
- Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students understanding of scientific modeling. *Cognition and Instruction*, 23, 165-205.
- Sins, P. H., Savelsbergh, E. R., & Van Joolingen, W. R. (2005). The difficult process of scientific modelling: An analysis of novices' reasoning during computer-based modelling. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1695-1721.
- Songer, N., & Linn, M. (1991). How do students' views influence knowledge integration. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 761-784.
- Soylu, H. (2004). *Fen öğretiminde yeni yaklaşımlar: Keşif yoluyla öğrenme*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Spencer, K. T. (2008). *Preservice elementary teacher's two-dimensional visualization and attitude toward geometry: Influences of manipulative format* [Doctoral dissertation]. University of Florida.
- Stanley, M. (2009). *Çocuk ve beceri* (İ. Özbaş, Çev.). Ekinoks Yayıncılık.
- Stratford, S. J. (1997). A review of computer-based model research in precollege science classrooms. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 16(1), 3-23.
- Temiz, B. K. (2007). *Fizik öğretiminde öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin ölçülmesi* [Doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Tican, C. (2013). *Yansıtıcı düşünmeye dayalı öğretim etkinliklerinin öğretmen adaylarının yansıtıcı düşünme becerilerine, eleştirel düşünme becerilerine, demokratik tutumlarına ve akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2020). *Güncel Türkçe sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>
- 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* [Doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Learning and teaching about scientific models with a computer modeling tool. *Computers in Human Behavior*, 24, 220-233.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272.
- Voogt, J., & Roblin, N.P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.668938>
- Wells, M., Hestenes, D., & Swackhamer, G. (1995). A modeling method for high school physics instruction. *American Journal of Physics*, 63, 606-619.
- White, B. Y. (1993). Thinkertools: Causal models, conceptual change, and science education. *Cognition and Instruction*, 10(1), 1-100.
- Yıldız, B. (2009). *Üç boyutlu ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinde döndürme becerilerine etkileri* [Yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Yılmaz, T. (2012). *Comparison of the effects of model – based and computer – based instruction on 9th grade students' spatial abilities and conceptual understanding of ionic lattice* [Doctoral dissertation]. Boğaziçi University.
- Yolcu, B. (2008). *Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile geliştirme çalışmaları* [Yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Yurt, S. (2011). *Sanal ortam ve somut nesnelere kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi*. [Doktora tezi]. Selçuk Üniversitesi.

Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi* [Yüksek lisans tezi]. Celal Bayar Üniversitesi.

EXTENDED ABSTRACT

1. INTRODUCTION

A model is a set of conceptual structures and their external representations existing in the human mind to interpret complex systems (Lesh & Doerr, 2003). Therefore, models are systems that embody abstract concepts (Ingham & Gilbert, 1991). Creating a model in science education means embodying the science contents and using the appropriate materials in the course to make the abstract concepts understandable (Van Driel & Verloop, 2002).

The more individuals can control the modeling process in science education, the higher their level of learning in the conceptual dimension. If the students are performing the modeling process correctly and completely, they will learn the properties of the model correctly. If students have modeling skills, those will guide them towards the true model-building stage (Harrison & Treagust, 2000). Although the role of modeling skills in conceptual learning is important, modeling skills are not given much attention in the literature. This study aims to improve the modeling skills of 7th grade students with the help of computer-based activities.

2. METHOD

The experimental method is used in this study. A single-group pre-test and post-test were applied using computer-based activities developed by the researchers. The study was conducted with 21 7th grade students (11 females and 10 males). A rubric developed by the researchers, semi-structured interview questions, and researcher field notes were used for data collection. The data were analyzed by using a paired-samples t-test.

3. FINDINGS, DISCUSSION, AND RESULTS

To examine the effect of computer-based activities developed on the modeling skills of secondary school students, pre-test and post-test single group simple design was preferred. The data set had normal distribution. The average pre-test score was 17.57. The average post-test score was 35.43. The results of the t-test showed that there was a significant improvement in the modeling skills of middle school students ($t_{(20)} = -14.05; p < 0.01$).

It was concluded that computer-based activities improved the modeling skills of the 7th grade students. In the literature, it is observed that modeling-based teaching or modeling activities increase the skills and academic achievement of students in the modeling process (Baek, 2013; Bambarger & Davis, 2013; Batı, 2014; Düşkün, 2011; Erduran, 1999). It was also seen that the students were not able to scale the draft models accurately and effectively during the pre-test process, but they were successful in preparing the model plan in the post-test process.

ÇALIŞMANIN ETİK İZİNİ

Yapılan bu çalışmada “Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi” kapsamında uyulması belirtilen tüm kurallara uyulmuştur. Yönergenin ikinci bölümü olan “Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiğine Aykırı Eylemler” başlığı altında belirtilen eylemlerden hiçbiri gerçekleştirilmemiştir.

Etik kurul izin bilgileri

Dr. BÜLBÜL’ün 2019 yılında savunmuş olduğu doktora tezinden üretilen bu çalışmada kullanılan veriler 2017-2018 güz döneminde toplanmıştır. Tr Dizin değerlendirme kriterleri çerçevesinde, 2020 yılı öncesinde toplanan veriler kullanıldığından etik kurul izni gerektirmeyen çalışmalar kriterine uygun olduğu yazarlar tarafından beyan edilir.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI

Araştırmaya birinci yazarın katkı oranı %30, ikinci yazarın katkı oranı ise %70’tir. Katkı yapılan bölümlere ilişkin detay aşağıda belirtilmiştir.

Yazar 1: Yöntemin belirlenmesi, danışmanlık.

Yazar 2: Araştırmanın tasarlanması, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, veri analizi, raporlaştırma.

ÇATIŞMA BEYANI

Araştırmada herhangi bir kişi ya da kurum ile finansal ya da kişisel bir bağlantı söz konusu değildir. Araştırmacılar, yürütülen bu araştırmada çıkar çatışmasının yer almadığını beyan ve taahhüt ederler.