Kalem Eğitim ve İnsan Bilimleri Dergisi 2019, 9(2), 357-384, doi: 10.23863/kalem.2019.131

Makale Gönderim Tarihi: 19.01.2018 Makale Kabûl Tarihi: 18.08.2018

Mikroskobik Canlılar Konusunda Model Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Zihinsel Model Gelişimine Etkisi[1]

Dr. Öğr. Üyesi Hafife BOZDEMİR-YÜZBAŞIOĞLU*

Kastamonu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Kastamonu / Türkiye, bozdemirhafife@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9557-0828

Prof. Dr. Rabia SARIKAYA

Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Ankara / Türkiye, erabia@gazi.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9247-8973

Öz

Araştırmanın amacı, Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme kapsamında tasarlanan etkinliklerin, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin mikroskobik canlıların tanımı, yapısı, işlevi, davranışı, mekânizması ve şekli ile ilgili olarak anlama seviyelerinde ve zihinsel modellerinde gelişimine etkisini incelemektir. Araştırmada gelişmiş karma yöntem desenlerinden müdahale deseni kullanılmıştır. Çalışma grubunu Kastamonu ili merkeze bağlı bir köy ilkokulunda öğrenim gören altı öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada veriler, öğretim uygulamalarından önce ve sonra "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi" ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Kavram testinden elde edilen veriler anlama seviyeleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Nitel

[1] Bu çalışma, "Mikroskobik Canlılar Konusunda Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme Yaklaşımına Göre Tasarlanan Öğrenme Ortamlarının Köy ve Şehir Okullarındaki Öğrencilerin Zihinsel Model Gelişimine Etkisi" başlıklı doktora tezinden hazırlanmıştır.

* Sorumlu Yazar. Tel: +90 366 280 33 63

© 2019 Kalem Eğitim ve Sağlık Hizmetleri Vakfı. Bütün Hakları Saklıdır. ISSN: 2146-5606

verilerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Öğretim uygulamalarından önce ve sonra yapılan son görüşmeler karşılaştırıldığında öğrencilerin anlama seviyelerinde genel artış gözlenmiş ve araştırma dâhilinde mikroskobik canlılara yönelik olarak bilimsel modele ulaştığı görülmüştür. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları mikroskobik canlılar ile ilgili olarak öğrencileri zihinsel model açısından bilimsel modele ulaştırmıştır. Ancak bazı öğrencilerde mikroskobik canlıların farklı boyutlarına yönelik eksik ve alternatif kavramların devam ettiği görülmektedir.
Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi; Model tabanlı öğretim ve öğrenme; Anlama seviyeleri; Model; Zihinsel model.

The Effect of Model-Based Learning Approach on Students' Development of Mental Model about Microorganisms Subject

Abstract

The aim of the present study was to investigate the effect of a learning environment designed in accordance with Model-Based Teaching and Learning method on fourth grade students' levels of understanding and mental model development regarding the definition, structures, functions, behaviors, mechanisms and forms of microorganisms. In the study, mixed method was adopted. The sample consisted of 6 students from a school located in a village of the central district of Kastamonu province. Data were collected by means of "Microorganisms Concept Test" and semi-structured interviews both before and after the teaching practices. Data from the concept test were analyzed with due consideration to the levels of understanding of the students. Descriptive analysis was employed for the analysis of the qualitative data. When the final interviews conducted both before and after the teaching practices were compared and contrasted, students' overall levels of understanding were found to rise and within the scope of the study, it was seen that they reached a scientific model concerning microorganisms. Model-Based Teaching and Learning practices promoted students, in terms of mental models, to reach the scientific model about microorganisms. However, it was also seen that incomplete and alternative conceptions about the different aspects of microorganisms persisted in some students' minds.

Keywords: Science education; Model-based teaching and learning; Understanding levels; Model; Mental models.

Extended Summary

Purpose

The purpose of the study is to investigate the effect of a learning environment designed in accordance with Model-Based Teaching and Learning method for the purposes of teaching microorganisms on the levels of understanding and mental model development of fourth grade students, who were students of a village school and had practical information about the content/subject of the study.

Method

Mixed method was used in this study. The sample consisted of 6 students selected from a village school in the central district of Kastamonu province. In the study, students were selected according to the scores they received from the "Microorganisms Concept Test." Model-Based Teaching and Learning practices were conducted for 3 hours per week and for a total of 12 hours. Pre-test and post-test practices, on the other hand, were carried out for a total of 15 hours with 3 hours of practice per week. All the practices were prepared on computers using Adobe Flash Professional CS 5.5 software. In the research, data were collected by means of "Microorganisms Concept Test", which was developed by the researchers for 4th grade students, and semi-structured interviews that were conducted with these students. As the questions in the "Microorganisms Concept Test" were open-ended, these questions were graded using levels of understanding developed by Abraham, Williamson and Westbrook (1994). Descriptive analysis method was employed for the analysis of the interviews. In the study, students' mental model development about microorganisms was analyzed in relation to the dimensions consisting of the definition, structures, beneficial and harmful functions, behaviors, mechanisms and forms of microorganisms. As analysis was conducted in these aspects, descriptive analysis method was employed. In the first place, participant students' levels of understanding both in the pre-test and post-tests were defined in relation to each of these aspects. Considering these levels of understanding, students' pre- and post-practice mental models about microorganisms were identified. Development of these mental models was then examined.

Results

As a result of the pre-and post-interviews with students, findings on the definition, structures, functions, behaviors, mechanisms and forms of microorganisms were revealed. Considering the first responses in the first interviews, it was seen that only one student (Vedat) offered a definition that was at scientific understanding level. Following the Model-Based Teaching and Learning practices, all students reached scientific understanding levels. In the interviews about the structure of microorganisms, it was concluded that only one student (Vedat) had a scientific understanding level at the beginning. Following the Model-Based Teaching and Learning practices, all students reached scientific understanding levels in this dimension. When the pre- and post-interviews were analyzed, it was found out that at the beginning, students were able to offer more scientifically accurate responses regarding the harmful functions of microorganisms (mouldy food, causing diseases/illnesses). As to the beneficial functions (food production, decomposition), it was concluded that all students failed to mention microorganisms and that their understanding about microorganisms was nonexistent. It was concluded that all students developed themselves and achieved scientific understanding levels in this respect following the Model-Based Teaching and Learning practices. With respect to the behaviors of microorganisms, students were seen to provide incomplete but scientifically accurate statements about contagion even before the Model-Based Teaching and Learning practices. Following the practices, all students reached scientific understanding levels in this respect. About the characteristics of the environment, there were some students with alternative conceptions at the beginning; however, following the Model-Based Teaching and Learning practices, all students were seen to provide incomplete but scientifically accurate explanations. About the mechanisms of microorganisms, at the beginning, students were found to provide, in addition to scientifically accurate ones, some inaccurate or incomplete explanations about decomposition, the relationship of microorganisms with the nature and other living things. Following the teaching practices, all students could provide scientifically accurate explanations, however, only one student's responses (İnci) were completely accurate. If students' explanations regarding hand hygiene and what happens when hands are not washed were analyzed, it was seen that there were responses which were scientifically accurate yet incomplete in some ways. Following the Model-Based Teaching and Learning practices, all the students could offer scientifically accurate explanations. About another topic,

namely dental hygiene, there were some responses mentioning tooth decay resulting from not brushing the teeth, however, no relation was attributed to microorganisms. Following the Model-Based Teaching practices, students could, in general, offer scientifically accurate yet incomplete explanations, whereas one student (Ercan) was able to provide an accurate and complete response. When students' initial drawings about microorganisms were examined, it was seen that one student did not draw anything at all, while there were also some irrelevant figures or drawings like worms, ticks etc. Following the Model-Based Teaching and Learning practices, all students were found to draw scientifically accurate figures.

Discussion and Conclusion

At the beginning, students with intermediate knowledge were found to have both scientific knowledge and some alternative conceptions about the definition, structures, harmful and beneficial functions, behaviors, mechanisms and forms of microorganisms. Nevertheless, they were found to be completely illiterate about some aspects. Particularly about the beneficial functions aspect, it was concluded that understanding about microorganisms was nonexistent. As for the forms of microorganisms, there were some alternative drawings at the beginning. After the practice, however, students reached scientific understanding and partial scientific understanding levels; and as a result, they were able to provide scientifically accurate explanations. As a consequence, participant students reached a scientific model about microorganisms. Students with low levels of knowledge, on the other hand, were found to have no idea about some aspects (definition, structure) at the beginning and to have alternative and incomplete explanations about others. Similar to the intermediate students, students with low levels of knowledge could not also provide explanations about the beneficial functions of microorganisms. Following the Model-Based Teaching and Learning practices, students of low level were able to provide explanations at either scientific understanding or partial scientific understanding levels and they reached a scientific model in terms of the mental model.

Giriş

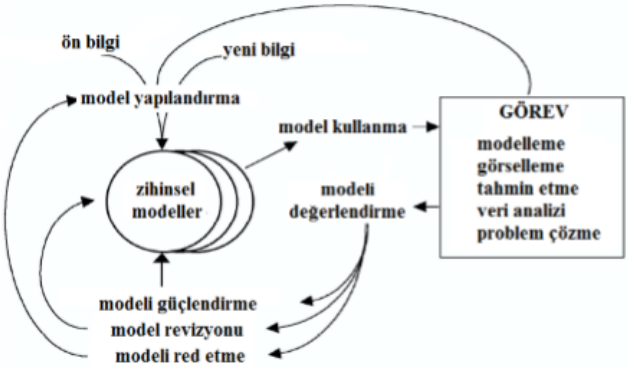
Fen, insanların etkileşim içinde bulunduğu gerçek dünyayı anlamada kullandığı bilgilerin gelişimi ile ilgilidir. Gerçek dünyayı anlama ve bilme konusunda fen eğitimcilerinin temel bir anlayışa sahip olması bu açıdan gerekli görülmektedir. Bildiklerimizi ve gerçek dünya ile ilişkisini içeren bu anlayış,

etkili öğrenme yolları konusunda öğrencilere rehberlik etmede yardımcı olmaktadır (Halloun, 2006) ve fen eğitiminin amaçları arasında da yer almaktadır. Bu amaca ulaşmada tüm fen disiplinlerinde ilgili doğal süreçlere ilişkin modellerin oluşturulması önemli katkı sağlamaktadır (Passmore ve Stewart, 2002). Alanyazın incelendiğinde modellere ilişkin çeşitli tanımlamalara rastlanmaktadır. Glas'a (2002) göre model, bilgimizin farklı alanlardaki yapıları arasındaki işlevsel haritalarıdır. Harrison ve Treagust (2000), modelleri araştırma, anlama ve iletişimi geliştiren bilimsel çalışma ve düşünmede önemli rol oynayan araçlar olarak ifade etmektedir. Ingham ve Gilbert (1991), bir olgunun belirli yönlerine yoğunlaşmış basitleştirilmiş bir temsili şeklinde tanımlamaktadır. Bu tanımlamalardan yola çıkarak modellerin herhangi bir süreci, nesneyi, olayı, yapıyı temsil eden araçlar olduğu, zihin ve bilimsel teori ile doğal dünya arasında bağlantıyı sağladığı söylenebilir. Harrison ve Treagust (2000) modelleri, ölçekli modeller, pedagojik analojik modeller, simgesel ve sembolik modeller, matematiksel modeller, teorik modeller, haritalar, diyagramlar ve tablolar, kavram-süreç modelleri, simülasyonlar, senteze dayalı modeller, zihinsel modeller olarak sınıflandırmaktadır. Araştırmada bu sınıflamada yer alan zihinsel modellere odaklanılmıştır. Zihinsel modeller, belirli bir kategorinin zihinsel bir temsilidir (Johnson-Laird, 2006). Norman'a (1983) göre zihinsel modeller, insanların tasarruflu bir şekilde kullandığı, katı sınırlar ile sınırlandırılmamış, tamamlanmamış, değişken ve bilimsel olmayan modellerdir. Franco ve Cohnvaux (2000) katı sınırlar çizmemekle birlikte zihinsel modellerin insanların dünya görüşleri tarafından sınırlandırıldığını ve genel inanç sistemine bağlı olduğunu belirtmiştir. Zihinsel modeller, içerik bilgisi, yapı bilgisi, işlemsel bilgi olmak üzere bilginin üç özel boyutunu içermektedir (Hill, 2010). Kurnaz (2011) tarafından bu boyutlar, teorik ve pratik bilgi şeklinde sınıflandırılmıştır. Bu tanımlamalar ve açıklamalar incelendiğinde zihinsel modellerin tanımlaması, kesin ve net çizgilerle sınırlandırılmış bir şekilde yapılamamaktadır. Ancak alanyazında benzer açıklamalar bulunmaktadır. Buradan hareketle zihinsel modeller, doğal dünyayı algılamada değeri olan, bireye özgü, değişken ve üretici zihinsel yapılar olarak ifade edilebilir.

Bunun yanında modelleme, fen derslerinde kullanılan yapılandırmacı öğretim stratejilerinden biridir ve bilimsel modelleri yorumlama, değiştirme ve yapılandırma yollarını keşfetmede önemlidir (Harrison ve Treagust, 2000).

Modeller ve modellemeye ilişkin yapılan bu tanımlamalar ve açıklamalarda modellerin fen eğitiminde önemli bir yeri olduğu ortaya çıkmaktadır.

Gobert ve Buckley (2000) buradan hareketle bilişsel süreçleri içeren tutarlı bir model tabanlı teorinin olmadığını belirtmiş ve model tabanlı bir öğrenme ve öğretme teorisinin gerekliliğine dikkat çekmiştir. Model tabanlı öğrenmeyi, zihinsel model oluşumunu kolaylaştırmak amacıyla bilgi kaynaklarının toplandığı, öğrenme aktiviteleri ve öğretim stratejileri gibi uygulamaların tasarlandığı süreç olarak ifade ederek Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme olarak adlandırılan dinamik ve tekrarlı bir model tabanlı öğrenme süreci önermişlerdir. Bu öğretim sürecinin ögeleri ve aşamaları Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Model Tabanlı Öğrenme Süreci (Buckley, Gobert ve Christie, 2002, s.2)

Şekil 1'e göre öğrenciler bir göreve ilişkin yeni bilgi ile ön bilgilerini birleştirirler ve zihinsel model oluştururlar. Daha sonra oluşturulan bu modeli değerlendirirler ve gerektiğinde revize ederler. Model oluşturma aşaması olguya ilişkin yapı, işlev, davranış ve nedensel mekânizmalara yönelik bilgi parçalarını birleştirme ve analojik sistemlerden haritalama süreçlerini içerir.

Alanyazında fen kavramlarına yönelik zihinsel modellere ilişkin çok sayıda araştırma yer almaktadır (Agan, 2004; Byrne, 2011; Coll ve Treagust, 2001; Coll ve Treagust, 2002; Coll, 2008; Çakır, 2011; Çelik ve Tekbıyık, 2016; Emli ve Afacan, 2017; Harrison ve Treagust, 1996; Hrepic, 2002; İyibil, 2010; İyibil ve Sağlam-Arslan, 2010; Jalmo ve Suwandi, 2018; Samarapungavan, Vosniadou ve Brewer, 1996; Saçkes ve Korkmaz, 2015; Shepardson, Wee, Priddy ve Harbor, 2007; Shepardson, Choi, Niyogi ve Charusombat, 2011; Taylan-Yıldız, 2006; Ulutaş, 2010; Vosniadou ve Brewer, 1992; Vosniadou ve Brewer, 1994). Bu araştırmalarda öğrencilerin zihinsel modelleri ortaya çıkarılmaktadır. Bunun yanı sıra zihinsel model gelişimine ilişkin araştır-

malar da mevcuttur (Aydın, 2011; Demirçalı, 2016; Edwards-Leis, 2010; Hester, Robledo, Barrett, Peterson, Hougen, Day ve Mumford, 2012; Kurnaz, 2011; Pekmezci, 2017; Taylor, Barker ve Jones, 2003; Yalçın, 2011). Bu araştırmalarda genelde problem çözme aktiviteleri ve yapılandırmacı yaklaşıma dayalı etkinliklerle zihinsel model gelişiminin sağlanması amaçlanmıştır. Model Tabanlı Öğretim yaklaşımı benimsenerek öğrenme ortamlarının tasarlanması ile zihinsel model gelişiminin sağlanması Kurnaz'ın (2011) araştırmasında mevcuttur. Çalışmada, Hanke'nin (2008) önerdiği model temel alınmıştır ve katılımcıların enerjiye yönelik zihinsel modellerindeki gelişimleri incelenmiştir. Bunun yanında Robitu'nun (2011) araştırmasında da laboratuvar çalışmalarıyla desteklenmiş Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme Modeline göre tasarlanmış bir öğrenme ortamının, katılımcıların modelleri anlama ve bazı temel kimya kavramlarındaki değişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Buckley (1992), araştırmasında biyoloji kavramlarının öğrenilmesinde model oluşumunun ve bu model oluşumunda teknoloji ile desteklenmiş çoklu, bağlantılı ve dinamik temsillerin etkililiğini incelemiştir. Alanyazında Model Tabanlı Öğrenme Yaklaşımları benimsenerek zihinsel model gelişiminin sağlanmasına ilişkin çalışmaların azlığı ve ilkokul düzeyinde zihinsel model gelişimine ilişkin araştırmaya rastlanılmaması nedeniyle bu konuya dikkat çekilmiştir. Bu doğrultuda araştırmada Gobert ve Buckley (2000) tarafından önerilen Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme süreci temel alınmıştır. Çalışmada, özellikle küçük yaş gruplarında alternatif kavramlarının olduğunu gösteren çalışmalar (Byrne, Grace ve Hanley, 2009; Byrne, 2011; Dreyfus, 1995; Gillen ve Williams, 1993; Jones ve Rua, 2006; Simonneaux, 2000; Williams ve Gillen, 1991) olmasından dolayı mikroskobik canlılar seçilmiştir. Bu araştırmalar incelendiğinde Simonneaux (2000), Jones ve Rua (2006) çalışmalarında katılımcıların mikroorganizmalara ilişkin sadece zararlı işlevine yönelik algıya sahip olduklarını, Byrne, Grace ve Hanley (2009), çocukların mikroorganizmalar ve onların çürüme ve döngüdeki rolleri hakkında eksik bilgiye sahip olduklarını, Byrne (2011) çalışma grubunda yer alan çocukların "hayvan" ve "hayvana benzer" olarak mikroorganizmaları sınıflandırdıklarını ifade etmektedir. Bu doğrultuda Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme ortamı oluşturularak bu öğrenme ortamının hem alanyazında örnek teşkil etmesi hem de araştırmanın odağını oluşturan mikroskobik canlıların ilkokul düzeyinde öğretiminde alternatif bir sürecin önerilmesi bakımından önemli görülmektedir.

Araştırmada mikroskobik canlılar konusunun öğretiminde Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme kapsamında tasarlanan bir öğrenme ortamının

araştırmanın konusu/içeriği açısından pratik bilgiye sahip köy okulunda öğrenim gören ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin anlama seviyeleri ve zihinsel model gelişimlerine etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

1. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin mikroskobik canlılar konusunda anlama seviyelerindeki değişim nasıldır?
2. İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin mikroskobik canlılar konusunda zihinsel modellerindeki değişim nasıldır?

Yöntem

Araştırma Modeli

Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme Modeline göre tasarlanan bir öğrenme ortamının ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin mikroskobik canlılarla ilgili anlama seviyeleri ve zihinsel model gelişimine etkisinin amaçlandığı bu araştırmada gelişmiş karma yöntem desenlerinden müdahale deseni kullanılmıştır. Müdahale deseninde araştırma problemi bir müdahale programına nitel veri eklenerek çalışılmaktadır (Creswell, 2017). Mevcut araştırmada da Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme Modeli doğrultusunda bir öğrenme ortamı oluşturulmuş ve seçilen öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

Çalışma Grubu

Çalışma grubu Kastamonu ili merkeze bağlı bir köyde yer alan ilkokuldan seçilen 6 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmada öğrenciler, "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi"nden aldıkları puanlar doğrultusunda seçilmiştir. Başlangıçta ön test olarak uygulanan "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi"nden aldıkları puanlar dikkate alınarak alt (0-22), orta (23-45), üst grup (46-68) öğrencilerden ikişer olmak üzere toplam altı öğrenci ile görüşme plânlanmıştır. Ancak öğrencilerin ön test puanlarına bakıldığında üst grupta öğrenci olmadığı görülmüştür. Bu durumda alt ve orta grupta yer alan öğrencilerden üçer olmak üzere toplam altı öğrenci olarak değiştirilmiştir. Bu öğrencilerin "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi" ön test puanları Tablo 1'de yer almaktadır. Öğrencilerin gerçek isimleri kullanılmamıştır. Öğrencilere farklı isimler verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin Mikroskobik Canlılar Kavram Testi Ön Test Puanları

Seviye	Öğrenci	Ön Test Puanı
Orta	Vedat	38
	Barış	26
	Ercan	23
Alt	İnci	20
	İbrahim	20
	Şahin	19

Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları, ilkokul 4. sınıf Fen ve Teknoloji Dersi, "Canlılar Dünyasını Gezelim Tanıyalım" ünitesinde, "mikroskobik canlılar" konusunu içermektedir. Öğretim uygulamaları öğretim programındaki kazanımlara yönelik olarak ilgili alanyazının taranması, Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı dâhilinde ilkokul 4. sınıf Fen ve Teknoloji ders kitabındaki etkinliklerin incelenmesi ve mevcut araştırmada temel alınan Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan web ortamındaki etkinliklerin incelenmesi sonucu hazırlanmıştır. Uygulamalar, haftada üç saat olmak üzere 12 saat, ön test ve son test uygulamaları üç saat olmak üzere toplam 15 saat gerçekleştirilmiştir. Öğretim uygulamaları bilgisayar ortamında Adobe Flash Professional CS 5.5 Programı kullanılarak hazırlanmıştır. Bu öğretim uygulamaları hazırlanırken her aşamada bir alan uzmanı, bir Fen eğitimcisinden uzman görüşü alınmıştır. Bunun yanında bu etkinlikler çalışma yaprakları ile desteklenmiştir. Etkinlikler ön bilginin ortaya çıkarılması, model oluşturma ve modeli kullanma aşamaları dikkate alınarak hazırlanmıştır. Mikroskobik canlıların yararlarına yönelik olarak ağaçtan düşen yaprağın toprağa karışması etkinliği Ek 1'de örneklendirilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veriler, ilkokul dördüncü sınıf öğrencilerinden araştırmacılar tarafından geliştirilen "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi" ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Kavram testinde mikroskobik canlılara ilişkin olarak, mikroskobik canlıların tanımı, yapısı, yararlı ve zararlı işlevi, davranışı, mekânizması ve şekli konusunda açık uçlu 17 soru yer almaktadır. Kavram testi ölçümlerinin yorumlarının ve kullanımlarının geçerliği ile ilgili kanıt toplamada test içeriği üzerine temellenmiş kanıt kaynağı kullanılmıştır. Bunun için araştırmacılar uzman kişilerden soruların geçerli olup olmadığı konusunda görüş alırlar (Creswell, 2013). Bu doğrultuda Kav-

ram testi, bir alan uzmanı, iki fen eğitimcisi, iki dil uzmanı ve bir alan eğitimcisinin görüşleri alınarak geliştirilmiştir. Görüşme soruları araştırmanın nicel kısmındaki "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi"nde yer alan soruları desteklemek ve araştırmaya derinlik katmak amacıyla mikroskobik canlıların tanımı, yapısı, yararlı ve zararlı işlevi, davranışı, mekânizması ve şekli alt konularında bir alan uzmanı ve bir alan eğitimcisinin uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanmıştır.

Veri Toplanması ve Analizi

Araştırmanın nicel boyutunda kullanılan "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi" uygulama öncesi ve sonrası olmak üzere iki kez uygulanmıştır. Nitel buyutunda gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış görüşmeler, öğrencilerin de izniyle ses kaydına alınmıştır. Görüşmeler sırasında öğrencilerin kendilerini rahat bir şekilde ifade edecekleri bir ortam hazırlanmıştır. "Mikroskobik Canlılar Kavram Testi"nden aldıkları puanlara ve ders öğretmeninin görüşlerine göre belirlenen alt düzeyde üç ve orta seviyede üç olmak üzere toplam altı öğrenci ile yapılan ön ve son görüşme her öğrenci için yaklaşık 20 dakika sürmüştür. Ses kaydına alınan bu görüşmelerin her biri transkript edilmiştir.

Tablo 2. Anlama Seviyelerinin Belirlenmesinde Kullanılan Seviyeler ve Ölçütler

Anlama Seviyeleri	Seviye Puanı	Açıklama
Anlama yok	0	Soruyu tekrar etme İlgisiz cevaplar verme Açık olmayan cevaplar verme Cevap vermeme
Yanlış anlama	1	Mantığa aykırı veya yanlış cevap verme
Tamamlanmamış anlama	2	Temel konuları bilme Eksik bilgiye sahip olma
Kısmi bilimsel anlama	3	Doğru cevap bileşenlerinden en az birine yer verme
Bilimsel anlama	4	Doğru cevap bileşenlerinin tümüne yer verme

"Mikroskobik Canlılar Kavram Testi"nde yer alan sorular açık uçlu olduğundan bu soruların puanlamasında Abraham, Williamson ve Westbrook (1994) tarafından geliştirilen anlama seviyeleri kullanılmıştır. Alanyazında bu analiz sistemini kullanan araştırmalar yer almaktadır (Çalık ve Ayas, 2005; İyibil, 2010; Kurnaz, 2011; Özmen, Ayas ve Coştu, 2002). Anlama seviyelerinin belirlenmesinde kullanılan ölçütler Tablo 2'de yer almaktadır.

Görüşmelerin analizinde betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analizde görüşmeler sonucunda ortaya çıkan boyutlardan yola çıkarak temalar oluşturulur, bu tematik çerçeve doğrultusunda veriler işlenir (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Araştırmada mikroskobik canlıların tanımı, yapısı, yararlı ve zararlı işlevi, davranışı, mekânizması ve şekli boyutlarında öğrencilerin mikroskobik canlılar ile ilgili zihinsel modellerinin gelişimi analiz edilmiştir. Bu boyutlarda analiz gerçekleştirildiğinden betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Yukarıdaki boyutlarla ilgili olarak öncelikle görüşme yapılan öğrencilerin ön görüşmedeki ve son görüşmedeki anlama seviyeleri belirlenmiştir. Bu anlama seviyelerinden yola çıkarak mikroskobik canlılara ilişkin önceki ve sonraki zihinsel modelleri ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkarılan bu zihinsel modellerin gelişimi incelenmiştir. Zihinsel modellere ilişkin tanımlamalar aşağıda sunulmuştur.

İlgisiz model: Tanım, yapı, işlev, davranış, mekânizma, şekil boyutlarında anlama yok, yanlış anlama veya tamamlanmamış anlama seviyesinde olma.

Şekilsel eksik basit model: Tanım ve yapı boyutlarında kısmî bilimsel veya bilimsel anlama seviyesinde; işlev, davranış, mekânizma, şekil boyutlarında anlama yok, yanlış anlama veya tamamlanmamış anlama seviyesinde olma.

Bilimsel model: Tanım, yapı, işlev, davranış, mekânizma, şekil boyutlarında kısmi bilimsel veya bilimsel anlama seviyesinde olma.

Bulgular

Öğrencilerle yapılan ön ve son görüşmeler sonucunda mikroskobik canlıların yapısı, işlevi, davranışı, mekânizması ve şekline ilişkin ortaya çıkarılan bulgular her bir başlık dikkate alınarak aşağıda tablolar halinde sunulmuştur.

Mikroskobik canlıların tanımına yönelik öğrencilerle ilgili yapılan ön ve son görüşmelerden sonra özetlenen bulgular Tablo 3'te yer almaktadır. Tablo 3 incelendiğinde mikroskobik canlıların tanımına yönelik başlangıçta yapılan görüşmelerden yola çıkarak sadece bir öğrencinin (Vedat) bilimsel anlama seviyesinde bir tanımlama yaptığı görülmektedir. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra tüm öğrenciler, bilimsel anlama seviyesine ulaşmıştır.

Tablo 3. Mikroskobik Canlıların Tanımına İlişkin Öğrencilerin Görüşleri ve Anlama Seviyeleri

		Öğrenci	Öğrenci Cevapları	Anlama Seviyeleri*
Tanım	Ön Test	Vedat	Görünmeyen varlıklar.	BA
		Barış	Tanım yok.	AY
		Ercan	Tanım yok.	AY
		İnci	Tanım yok.	AY
		İbrahim	Küçük ve uzun bacakları olan şeyler (yengeç, kurt).	YA
		Şahin	Tanım yok.	AY
	Son Test	Vedat	Yararları, zararları olan ve üreme, beslenme ve solunum yapma özellikleri olan canlılar.	BA
		Barış	Gözle görülmeyen, mikroskopla görülen, yararları ve zararları olan canlılar.	BA
		Ercan	Mikroskopla görünen, göremediğimiz canlılar.	BA
		İnci	Normalde görünmeyen mikroskopla bakıldığında görünen canlılar.	BA
		İbrahim	Gözle görünmeyen ve mikroskopla görünen her yer yerde bulunan canlılar.	BA
		Şahin	Yararları ve zararları olan canlılar.	BA

**AY: Anlama yok, YA: Yanlış anlama, TA: Tamamlanmamış anlama, KBA: Kısmî bilimsel anlama, BA: Bilimsel anlama.*

Mikroskobik canlıların yapısına yönelik öğrencilerle ilgili yapılan ön ve son görüşmelerin özetlendiği bulgular Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Mikroskobik Canlıların Yapısına İlişkin Öğrencilerin Görüşleri ve Anlama Seviyeleri

		Öğrenci	Öğrenci Cevapları	Anlama Seviyeleri
Tanım	Ön Test	Vedat	Görünmeyen varlıklar.	BA
		Barış	Gözle görünmeyen canlılar yok.	YA
		Ercan	Gözle görünmeyen canlılar yok.	YA
		İnci	Her canlı görülebilir.	YA
		İbrahim	Gözle görünmeyen canlılar (böcek, pire, mikroskobik canlılar).	TA
		Şahin	Gözle görünmeyen canlılar yok.	YA
	Son Test	Vedat	Çok küçük bir yapıda gözle görünmeyen varlıklar.	BA
		Barış	Gözle görülmeyen canlılar.	BA
		Ercan	Gözle görünmeyen canlılar.	BA
		İnci	Gözle görünmeyen mikroskopla görünen canlılar.	BA
		İbrahim	Gözle görünmeyen canlılar.	BA
		Şahin	Gözle görünmeyen canlılar.	BA

Mikroskobik canlıların yapısına ilişkin Tablo 4 incelendiğinde başlangıçta bir öğrencinin (Vedat) bilimsel anlama seviyesinde olduğu bulunmuştur. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra tüm öğrencilerin, bilimsel anlama seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Mikroskobik canlıların işlevi konusunda öğrencilerle ilgili yapılan ön ve son görüşmelere ilişkin bulgular Tablo 5'te yer almaktadır.

Tablo 5. Mikroskobik Canlıların İşlevine İlişkin Öğrencilerin Görüşleri ve Anlama Seviyeleri

				Öğrenci	Öğrenci Cevapları	Anlama Seviyeleri
İşlev	Zararlı İşlevi	Küflenmiş Yiyecekler	Ön Test	Vedat	Mikroskobik canlılar portakalı küflendirir.	BA
				Barış	Kurtların ağzındaki mikroplar bu çürümeye sebep olur.	TA
				Ercan	Anlama yok.	AY
				İnci	Havasız kalması neden olur.	YA
				İbrahim	Havasız ortam, uzun süre beklemesi, bakteriler ve böcekler neden olur.	TA
				Şahin	Dışarda bekletildiği için.	AY
			Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar nedeniyle çürür.	BA
				Barış	Zararlı mikroskobik canlılar neden olur.	BA
				Ercan	Mikroskobik canlılar neden olur.	BA
				İnci	Zararlı mikroskobik canlılar neden olur.	BA
				İbrahim	Zararlı mikroskobik canlılar neden olur.	BA
				Şahin	Zararlı mikroskobik canlılar neden olur.	BA
		Hastalıklara Neden Olma	Ön Test	Vedat	Mikroplar hastalıklara neden olur.	KBA
				Barış	Mikroplar hastalıklara neden olur.	KBA
				Ercan	Ellerin yıkanmaması durumunda ellerdeki bakterilerden dolayı hastalık olur.	KBA
				İnci	Ellerin yıkanmaması durumunda ellerdeki mikroplardan dolayı hastalık olur.	KBA
				İbrahim	Soğukta durduğumuzdan, ayaklarımız ıslanınca.	AY
				Şahin	Mikroplar hastalıklara neden olur.	KBA
			Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur.	BA
				Barış	Mikroskobik canlılar neden olur.	BA
				Ercan	Zararlı mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur.	BA
				İnci	Zararlı mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur.	BA
				İbrahim	Zararlı mikroskobik canlılar hastalıklara neden olu	BA
				Şahin	Mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur.	BA
	Yararlı İşlevi	Gıda Üretimi	Ön Test	Vedat	İlgisiz cevaplar.	AY
				Barış	İlgisiz cevaplar.	AY
				Ercan	İlgisiz cevaplar.	AY
				İnci	İlgisiz cevaplar.	AY
				İbrahim	İlgisiz cevaplar.	AY
				Şahin	İlgisiz cevaplar.	AY
			Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar sütten peynir yapımında etkilidir.	BA
				Barış	Peynir mayasındaki mikroskobik canlılar bu süreçte etkilidir.	BA
				Ercan	Yararlı mikroskobik canlılar etkilidir.	KBA
				İnci	Mikroskobik canlılar etkilidir.	KBA
				İbrahim	Peynir mayasında bulunan mikroskobik canlılar etkili olur.	BA
				Şahin	Mikroskobik canlılar etkili olur.	KBA

	Ayrışma	Ön Test	Vedat	İlgisiz cevaplar.	AY
			Barış	İlgisiz cevaplar.	AY
			Ercan	İlgisiz cevaplar.	AY
			İnci	İlgisiz cevaplar.	AY
			İbrahim	İlgisiz cevaplar.	AY
			Şahin	İlgisiz cevaplar.	AY
		Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar, ölmüş canlıların ve canlı atıklarının zamanla toprağa karışmasında etkilidir.	BA
			Barış	Mikroskobik canlılar etkilidir.	BA
			Ercan	Yararlı mikroskobik canlılar etkilidir.	BA
			İnci	Yararlı mikroskobik canlılar etkilidir.	BA
			İbrahim	Yararlı mikroskobik canlılar etkilidir.	BA
			Şahin	Mikroskobik canlılar etkilidir.	BA

Tablo 5'teki görüşmelerin incelenmesi sonucunda mikroskobik canlıların işlevine ilişkin başlangıçta öğrencilerin zararlı işlevi (küflenmiş yiyecekler, hastalıklara neden olma) konusunda daha çok bilimsel olarak doğru ifadelerde bulunduğu görülmüştür. Yararlı işlevi incelendiğinde (gıda üretimi, ayrışma) öğrencilerin tamamının mikroskobik canlılara vurgu yapmadan anlama yok seviyesinde olduğu bulunmuştur. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra öğrencilerin genelinin bilimsel anlama seviyesine yükseldiği saptanmıştır.

Öğrencilerle ilgili yapılan ön ve son görüşmeler doğrultusunda mikroskobik canlıların davranışına yönelik bulgular Tablo 6'da yer almaktadır. Tablo 6'daki görüşmeler incelendiğinde mikroskobik canlıların davranışına ilişkin başlangıçta öğrencilerin bulaşıcılık davranışı konusunda Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları öncesinde genelde eksik de olsa bilimsel olarak doğru ifadelerde bulunduğu görülmüştür. Sonrasında öğrencilerin tamamı bilimsel anlama seviyesine ulaşmıştır. Ortam özelliklerine bakıldığında başlangıçta alternatif fikirler içeren öğrenci ifadeleri olmakla birlikte Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları sonrasında öğrenciler, bilimsel ancak eksik ifadelerde bulunmuştur.

Tablo 6. Mikroskobik Canlıların Davranışına İlişkin Öğrencilerin Görüşleri ve Anlama Seviyeleri

			Öğrenci	Öğrenci Cevapları	Anlama Seviyeleri
Davranış	Bulaşıcılık	Ön Test	Vedat	Temas ve idrar yoluyla bulaşır.	KBA
			Barış	Hastalık geçer/Ellerin yıkanmaması durumunda mikrop kapıp hasta olmaya neden olur.	KBA
			Ercan	Hastalığın öksürme ve dokunma yoluyla bulaşır/Ellere tuvaletten bakterilerin geçer ve hastalığa neden olur.	KBA
			İnci	Mikroplar ellerden, dokunarak insanların vücuduna girer.	KBA
			İbrahim	Hastalıklar bulaşır.	
			Şahin	Mikroplar dokununca bulaşır.	TA
		Son Test	Vedat	Öpme ve sarılmayla bulaşır.	BA
			Barış	Ellerin yıkanmaması durumunda, ağız yoluyla vücuda girer.	BA
			Ercan	Hastalıklara neden olan mikroskobik canlılar, ellerin yıkanmaması durumunda ellerden ağız yoluyla, solunumla da burun yoluyla geçer.	BA
			İnci	Zararlı mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur ve bu canlılar sarılmayla, öpmeyle ve hapşırmayla vücuda girer.	BA
			İbrahim	Zararlı mikroskobik canlılar sarılarak, öperek ve ağız yoluyla bulaşabilir.	BA
			Şahin	Mikroskobik canlılar insanlardan birbirine geçebilir.	BA
	Ortam Özellikleri	Ön Test	Vedat	Buzdolabı, güneşte kalması.	TA
			Barış	Dışardaki bir yerde, masanın üstünde veya toprağın üstü.	AY
			Ercan	Soğuk.	YA
			İnci	Soğuk-Ilık/sıcak.	TA
			İbrahim	Buzdolabı/havasız ortam.	YA
			Şahin	Dışarıda beklemesi, sıcak.	TA
		Son Test	Vedat	Nemli, sıcak.	KBA
			Barış	Sıcak, nemli.	KBA
			Ercan	Sıcak.	KBA
			İnci	Oda sıcaklığı.	KBA
			İbrahim	Nemli.	KBA
			Şahin	Sıcak.	KBA

Öğrencilerle ilgili yapılan ön ve son görüşmelerden hareketle mikroskobik canlıların mekânizmasına yönelik bulgular Tablo 7'de yer almaktadır. Tablo 7'deki görüşmeler incelendiğinde mikroskobik canlıların mekânizmasına ilişkin başlangıçta öğrencilerin ayrışma, doğa ve diğer canlılar ile ilişkisi konusunda bilimsel olarak doğru ifadelerin yanında doğru olmayan veya eksik açıklamalarının olduğu görülmüştür. Öğretim uygulamaları sonrasında tüm öğrenciler bilimsel olarak doğru ifadeler kullanmakla birlikte tamamıyla doğru cevap veren bir öğrenci (İnci) bulunmaktadır. El hijyenine yönelik olarak ellerin yıkanmaması durumunda yapılan açıklamalara bakıldığında eksik olmakla birlikte bilimsel olarak doğru anlatımlar söz konusudur. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları sonrasında öğrencilerin tamamı bilimsel olarak doğru açıklamalarda bulunmuştur. Diğer bir başlık olan diş hijyeni incelendiğinde dişlerin fırçalanmaması durumunda çürümesine yönelik ifadeler bulunmakla birlikte süreçte genelde mikroskobik canlılar ilişkisi kurulamamıştır. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları sonrasında

öğrencilerin geneli bilimsel ancak eksik ifadelerde bulunmuştur. Bir öğrenci (Ercan) bilimsel olarak tam ve doğru cevap vermiştir.

Tablo 7. Mikroskobik Canlıların Mekânizmasına İlişkin Öğrencilerin Görüşleri ve Anlama Seviyeleri

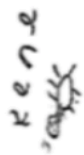
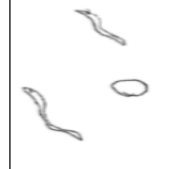
			Öğrenci	Öğrenci Cevapları	Anlama Seviyeleri
Mekânizma	Ayrışma, Doğa ve Diğer Canlılar İle İlişkisi	Ön Test	Vedat	Toprak az olur ve bitkiler büyüyemez.	TA
			Barış	Çevre kirliliği olur.	TA
			Ercan	Açıklama yok.	AY
			İnci	Ölmüş canlılar ve canlı atıkları toprağa karışma durumunda çevreyi kirletir ve zarar verir.	YA
			İbrahim	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışmaması kokuya ve hastalıklara neden olur. Bu yüzden insanlara ve diğer canlılara zarar verir/Toprağa karışması ile birlikte toprağa zarar verir.	TA
			Şahin	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışmasının faydası ve zararı yoktur.	AY
		Son Test	Vedat	Ölmüş canlıların toprağa karışması ile organik gübre olur ve bitkilerin büyümesine katkı sağlar.	KBA
			Barış	Çevre kirliliği olur.	KBA
			Ercan	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışması ile bitkiler için organik gübre olur.	KBA
			İnci	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışması sonucunda çevre temiz olur ve organik gübreyle bitkilerin büyümesine yardımcı olur.	BA
			İbrahim	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışmaması durumunda çevre kirliliği, hava kirliliği olur ve bitkilerin büyümesine katkıda bulunur.	KBA
			Şahin	Ölmüş canlılar ve canlı atıklarının toprağa karışması bitkilerin büyümesine katkı sağlar.	KBA
	El Hijyeni	Ön Test	Vedat	Mikrop ve kirler ellerde kalır ve hastalıklara neden olur.	KBA
			Barış	Mikrop kaparız.	KBA
			Ercan	Ellerdeki bakteriler ağız yoluyla insanlara geçer ve hastalıklara neden olur.	KBA
			İnci	Ellerdeki mikroplar hastalığa neden olur.	KBA
			İbrahim	Pis şeyler elimizden bulaşır ve hasta eder.	TA
			Şahin	Ellerdeki mikroplar hastalığa neden olur.	KBA
		Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar ellerden geçer ve hastalıklara neden olur.	BA
			Barış	Mikroskobik canlılar ağız yoluyla insanlara girer ve hastalıklara neden olur.	BA
			Ercan	Mikroskobik canlıların ölmesi için ve hasta olmamak için ellerin yıkanması gerekir.	BA
			İnci	Mikroskobik canlılar vücuda yayılır ve hasta eder.	BA
			İbrahim	Mikroskobik canlılar ağız ve damar yoluyla girerek hastalıklara neden olur.	BA
			Şahin	Ellerdeki mikroskobik canlılar hastalıklara neden olur.	BA
	Diş Hijyeni	Ön Test	Vedat	Mikroplar diş etlerinin arasına girerek çürük oluşturur.	TA
			Barış	Dişler fırçalanmama durumunda çürür ve dişlerin çürümesine yemek kalıntıları ve mikroplar neden olur.	TA
			Ercan	Dişlerin fırçalanmaması durumunda dişler çürür.	TA
			İnci	Dişlerin fırçalanmaması durumunda, dişlere mikroplar girer ve çürütür.	TA
			İbrahim	Dişler fırçalanmaması durumunda çürür ve buna dişlerde kalan şeker kalıntıları ve ağız yoluyla giren pislikler neden olur.	TA
			Şahin	Dişler fırçalanmaması durumunda çürür.	TA

	Son Test	Vedat	Mikroskobik canlılar dişlerin arasında kalan yemek artıkları ile beslenir burada çoğalır ve daha sonra dişlerin çürümesine neden olur.	KBA
		Barış	Dişler fırçalanmaması durumunda çürür ve dişlerde kalan yemek artıkları ile mikroskobik canlıların beslenmesi sonucunda bu durum gerçekleşir.	KBA
		Ercan	Mikroskobik canlıların, dişlerde kalan yemek artıklarıyla beslenmesi sonucunda çıkan asit dişlerin çürümesine neden olur.	BA
		İnci	Dişler, fırçalanmama durumunda dişlerde kalan yemek artıkları ile mikroskobik canlıların beslenmesi sonucu çürür.	KBA
		İbrahim	Dişler fırçalanmaması durumunda çürür. Bu duruma mikroskobik canlıların dişlerde kalan yemek artıklarıyla beslenmesi neden olur.	KBA
		Şahin	Dişlerdeki yemek artıklarını yiyen mikroskobik canlılar burada etkili olur.	KBA

Araştırmada mikroskobik canlıların şekli boyutunda öğrenci çizimleri de incelenmiştir. Buna yönelik bulgular Tablo 8'de yer almaktadır. Tablo 8'de öğrencilerin mikroskobik canlılara yönelik başlangıçtaki çizimlerine bakıldığında bir öğrencinin herhangi bir çizim yapmadığı, kene, kurt gibi çizimler yaptıkları, mikroskobik canlılarla ilgisi olmayan çizimlerin de olduğu görülmektedir. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra öğrencilerin çizimleri incelendiğinde bilimsel olarak doğru şekiller çizdikleri bulunmuştur. Anlama seviyelerinden hareketle öğrencilerin mikroskobik canlılara yönelik zihinsel modelleri ortaya çıkarılmıştır.

Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamaları öncesinde ve sonrasında bu zihinsel modellere ilişkin değişim Tablo 9'da sunulmuştur. Tablo 9 incelendiğinde başlangıçta bir öğrencinin şekilsel eksik basit modele sahip olduğu; diğer öğrencilerin ilgisiz modelde olduğu görülmüştür. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra tüm öğrenciler bilimsel modele ulaşmıştır.

Tablo 8. Mikroskobik Canlıların Şekline İlişkin Öğrencilerin Çizimleri ve Anlama Seviyeleri

	Vedat	Barış	Ercan	İnci	İbrahim	Şahin
Ön Test				Çizim yok.		
Anlama Seviyeleri	YA	AY	YA	AY	YA	BA
Son Test						
Anlama Seviyeleri	BA	BA	BA	BA	BA	BA

Tablo 9. Öğrencilerin Zihinsel Model Gelişimi

Öğrenciler	Zihinsel Model Değişimi*	
Vedat		
Barış		
Ercan		
İnci		
İbrahim		
Şahin		

*

Anlama yok, yanlış anlama, tamamlanmamış anlama, kısmi bilimsel anlama, bilimsel anlama
T: Tanım Y: Yapı İ: İşlev D: Davranış M: Mekânizma Ş: Şekil

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarının gerçekleştirildiği köy okulunda orta seviyede bulunan öğrencilerden seçilen Vedat, Barış ve Ercan'ın uygulama öncesinde ve sonrasında anlama seviyelerindeki ve zihinsel modellerindeki gelişim incelendiğinde; öğrencilerin başlangıçta mikroskobik canlıların tanımı, yapısı, yararlı ve zararlı işlevleri, davranışı, mekânizması ve şekli ile ilgili olarak bilimsel bilgilerle birlikte alternatif kavramlara da sahip olduğu görülmüştür. Bunun yanında herhangi bir fikre sahip olmadığı boyutlar da mevcuttur. Öğrencilerden Barış ve Ercan'ın mikroskobik canlıların tanımı konusunda herhangi bir fikrinin olmadığı görülmüştür. Ercan'ın mikroskobik canlıların yapısı konusunda da bir fikrinin olmadığı tespit edilmiştir. Mikroskobik canlıların görünmeyen yapısı konusunda başlangıçta Barış, yanlış anlamaya, Vedat ise bilimsel olarak tam ve doğru fikre sahiptir. Öğrencilerin mikroskobik canlıların çıplak gözle görünmeyen durumuna yönelik alternatif fikirlerinde çeşitli kaynaklarda ellerdeki, günlük yaşamda kullanım alanlarındaki mikrop kavramına vurgu yapılarak büyüteçle yaratıklar şeklinde görünümlerinin resmedilmesi etkili olabilir. Bunun yanında sadece zararlı yönüne de vurgu yapılmakta bu da öğrencileri eksik ya da alternatif fikirlere götürmektedir. Schwarz, André ve Sevegnani (2012) de çocukların mikroorganizmaları sınıflandırmada güçlük çektiğini belirtmektedir. Uygulama öncesinde mikroskobik canlıların zararlı işlevleri konusunda öğrencilerin bilimsel olarak doğru fikirlerin yanında eksik ve alternatif bilgilere de sahip oldukları görülmektedir. Barış, küflenmiş yiyeceklerle ilgili olarak mikroplara ilişkin açıklamalarda bulunmasına rağmen kurtlar aracılığıyla bu durumun gerçekleştiği şeklinde hatalı bilgiye sahiptir. Barış, hastalıklar ilgili olarak mikroskobik canlıların zararlı işlevi konusunda da mikroplarla ilişki kurmuştur. Ancak mikroskobik canlılar olarak bunu belirtmemiştir. Mikroskobik canlıların yararlı işlevi ilgili olarak da öğrencilerin, mikroskobik canlıların buradaki rolünü bilmedikleri görülmüştür. Mikroskobik canlıların davranışı ile ilgili olarak bulaşıcılık konusunda Barış, hastalıklar ve mikropların bulaşıcılığı ile Ercan bakteri ile ilişki kurmuştur. Vedat da aynı şekilde mikropların bulaşıcılığını ifade etmiştir. Bu durumda öğrencilerin bulaşıcılık konusunda bilimsel olarak doğru bilgilerin yanında eksik bilgilere de sahip olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Piko ve Bak'ın (2006) çalışmalarında çocuklar hastalık kavramında mikroorganizmaların bulaşıcılığını resimlerine yansıtmıştır. Bunun yanında Işık, Çetin ve Özarslan (2017), öğrencilerin hastalık kavramı ile ilgili olarak tanımlamalarında mikrop kavramına yer verdiklerini ifade etmiştir.

Simonneaux'un (2000) araştırmasında da öğrenciler, mikroskobik canlılar ile hastalıklara neden olma konusunda mikrop ile bağlantı kurmuşlardır. Dreyfus (1995), Gillen ve Williams (1993), Jones ve Rua (2006), Simonneaux (2000), Williams ve Gillen (1991)'in çalışmalarında katılımcılar mikroskobik canlılara ilişkin olarak zararlı etkilerine daha çok vurgu yapmışlardır. Bunun yanında Jones ve Rua'nın (2006) araştırmasında da zararlı mikroskobik canlılarla ilgili olarak katılımcıların bakteri algısına sahip olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın sonuçları yukarıdaki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Barış, ortam özellikleri konusunda herhangi bir fikre sahip değildir. Vedat, sıcaklığa dikkat çekmesine rağmen buzdolabı ile ilgili olarak çelişkili açıklamalar yapmıştır. Ercan da soğuk ortamla ilişki kurmuş ve bu konuyla ilgili olarak alternatif kavrama sahip olduğu görülmüştür. Buradan hareketle mikroskobik canlıların davranışı ile ilgili olarak ortam özellikleri konusunda öğrencilerin alternatif kavramlara sahip olduğu görülmüştür. Barış, Vedat ve Ercan'ın ayrışma ile doğa ve diğer canlılar arasındaki ilişkiye yönelik olarak mikroskobik canlılar ile ilgili bir fikre sahip olmadığı görülmüştür. Barış ve Vedat, el ve diş hijyeni konusunda mikroplarla ilişkiyi bilimsel olarak doğru ancak eksik bir şekilde kurmuştur. Ercan el hijyeninde bakteri ifadesini kullanmıştır. Diş hijyeninde de yiyeceklerle ilişki kurmuştur. Barış, mikroskobik canlıların şekli ile ilgili olarak zararlı etkisine vurgu yapmış ancak şekliyle ilgili olarak bir fikre sahip değildir. Ercan'ın, kene şeklini çizdiğinden alternatif kavrama sahip olduğu görülmektedir. Vedat televizyondan etkilenerek yaratık şeklinde çizmiştir. Bu sonuç, konuyla ilgili olarak Gillen ve Williams'ın (1993) medyada, Dreyfus'un (1995) çizgi filmlerde, mikroskobik canlılar ile ilgili farklı şekilde gösterildiği yönündeki ifadelerini desteklemektedir. Uygulama sonrasında öğrenciler, kısmi bilimsel anlama ve bilimsel anlama seviyesine ulaşarak bilimsel açıdan doğru ifadelerde bulunmuşlardır. Böylece bu öğrenciler mikroskobik canlılar ile ilgili olarak bilimsel modele ulaşmışlardır.

Alt seviyede bulunan öğrencilere bakıldığında İnci ve Şahin mikroskobik canlıların tanımı ve yapısı ile ilgili olarak herhangi bir fikre sahip değildir. İbrahim'in yengeç ve kurt gibi canlıları küçük olduğu gerekçesiyle örnek olarak verdiği ve bu durumda alternatif kavrama sahip olduğu görülmüştür. Benzer şekilde gözle görünmeyen varlıklar olarak mikroskobik canlıları belirtmesine rağmen farklı canlıları da bu sınıflandırmanın içine almasından dolayı da alternatif kavrama sahip olduğu görülmüştür. İnci ve Şahin, mikroskobik canlıların zararlı işlevlerinden yiyeceklerin küflenmesindeki rolleri ile ilgili olarak da bir fikre sahip değillerdir. İbrahim, bakteriler, böcekler ve bulunulan

ortamla ilişki kurduğundan yine alternatif kavramlara sahiptir. İnci ve Şahin mikroskobik canlıların hastalıklara neden olma zararlı işlevi konusunda mikrop ifadesini kullanırken İbrahim, hastalıkların bulaşıcılığını ifade etmiştir. Aynı şekilde Simonneaux'un (2000) araştırmasında öğrenciler mikroskobik canlılar için hastalıklara neden olma konusunda mikrop ifadesini kullanmışlardır. Mikroskobik canlıların yararlı işlevleri konusunda İnci, İbrahim ve Şahin herhangi bir fikre sahip değildir. Yukarıda seçilen orta seviyedeki öğrencilerin de mikroskobik canlıların yararlı işlevi konusunda algıya sahip olmadığı görülmüştür. Dreyfus (1995), Gillen ve Williams (1993), Jones ve Rua (2006), Simonneaux (2000), Williams ve Gillen'in (1991) çalışmalarında da katılımcıların sadece mikroskobik canlıların zararlı etkilerine ilişkin algıya sahip oldukları görülmüştür. Mikroskobik canlıların bulaşıcılık davranışı ile ilgili İnci ve Şahin mikrop, İbrahim hastalık ifadesini kullanarak bulaşıcılığı ifade etmişlerdir. İnci ortam özelliklerinden sıcaklığa dikkat çekmesine rağmen, İbrahim buzdolabı ile ilgili olarak tutarsız açıklamalarda bulunmuştur. Ayrışma ile doğa ve diğer canlılar arasındaki ilişki konusunda İnci, ayrışmanın doğaya zararlı olduğunu belirtmiştir. İbrahim ve Şahin'in ise bu mekânizmayla ilgili olarak bir fikre sahip olmadığı görülmüştür. İnci ve Şahin el hijyeni ile mikroplar, İbrahim pislik arasında ilişki kurmuştur. Aynı şekilde Simonneaux'ın (2000) araştırmasında da öğrenciler, mikroskobik canlıları hastalıklara neden olma ve hijyen ilişkisi açısından ele almışlar, mikrop ve toz kavramını kullanmışlardır. İnci mikroplarla diş hijyeni arasında ilişki kurmuştur. Mikroskobik canlıların şekliyle ilgili olarak İnci bir fikre sahip değildir. İbrahim, mikroskobik canlıları kurda benzetmiş ve Şahin kene şeklini çizmiştir. Bu açıdan alternatif kavrama sahip oldukları görülmektedir. Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarından sonra alt seviyedeki öğrenciler de kısmi bilimsel anlama ve bilimsel anlama seviyesinde açıklamalarda bulunmuşlardır ve zihinsel model açısından bilimsel modele ulaşmışlardır. Bu sonuçlar doğrultusunda aşağıda yer alan öneriler getirilebilir.

- Model Tabanlı Öğretim ve Öğrenme uygulamalarında temsil çeşitlerinin zihinsel model gelişiminde etkili olduğu görülmüştür. Bu açıdan gerek ders kitaplarında gerekse derslerde öğretmenler tarafından bu temsil çeşitlerine yer verilebilir.
- Mikroskobik canlılar ile ilgili ortaya çıkarılan zihinsel modeller tanım, yapı, işlev, davranış, mekânizma ve şekil boyutları ile ilgilidir.

Bu boyutlara eklemeler yapılıp detaylandırılarak farklı zihinsel modeller oluşturulabilir.

- Araştırmada öğrencilerin zihinsel modelleri anlama seviyelerinden yola çıkarak oluşturulmuştur. Zihinsel model oluşturmaya ilişkin farklı yöntemler kullanarak bu modellerle ilgili operasyonel tanımlar yapılabilir.

Kaynakça

Abraham, M. R., Williamson, V. M. ve Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding five concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(2), 147-165.

Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review*, *3*(1), 77-97.

Aydın, G. (2011). *Öğrencilerin "hücre bölünmesi ve kalıtım" konularındaki kavram yanılgılarını giderilmesinde ve zihinsel modelleri üzerinde yapılandırmacı yaklaşımın etkisi.* Yayınlanmamış doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Buckley, B. C. (1992). *Multimedia, misconceptions and working models of biological phenomena: learning about the circulatory system.* Yayınlanmamış doktora tezi, Stanford Graduate School of Education, Stanford University.

Buckley, B. C., Gobert, J. D. ve Christie, M. T. (2002). *Model-based teaching and learning with hypermodels: What do they learn? How do they learn? How do we know?* Hypermodel Research in Theory and Practice Sempozyumunda sunulan bildiri. New Orleans: American Educational Research Association.

Byrne, J., Grace, M. ve Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, *44*(1), 37-43.

Byrne, J. (2011). Models of micro-organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, *33*(14), 1927-1961.

Coll, R. K. ve Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. *Research in Science Education*, *31*, 357-382.

Coll, R. K. ve Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. *Research in Science and Technological Education, 20*(2), 241-267.

Coll, R. K. (2008). Chemistry learners' preferred mental models for chemical bonding. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, *5*(1), 22-47.

Creswell, J. W. (2013). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research.* Boston: Pearson Education.

Creswell, J. W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş.* (M. Sözbilir, Çev. Ed.). Ankara: Pegem Akademi. (Orijinal çalışma basım tarihi 2014.)

Çakır, M. (2011). *Üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). A comparison of level of understanding of grade 8

students and science student teachers related to selected chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(6), 638-667.

Çelik, M. ve Tekbıyık, A. (2016). İlkokul ikinci sınıf öğrencilerinin dünya ve uzay kavramlarına yönelik zihinsel modelleri ve imajları. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, *7*(25), 271-289.

Demirçalı, S. (2016). *Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve zihinsel model gelişimlerine etkisi: 7.sınıf güneş sistemi ve ötesi-uzay bilmecesi ünitesi örneği.* Yayınlanmamış yüksek lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Dreyfus, A. (1995). Biological knowledge as a prerequisite for the development of values and attitudes. *Journal of Biological Education*, *29*(3), 215-219.

Edwards-Leis, C. E. (2010). *Mental models of teaching, leraning, and assesment: A longitudinal study.* Yayınlanmamış doktora tezi, School of Education, James Cook University.

Emli, Z. ve Afacan, Ö. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin küresel ısınma konusundaki zihinsel modelleri. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, *14*(27), 183-202.

Franco, C. ve Cohnvaux, D. (2000). Grasping mental models. J. K. Gilbert ve C. J. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* içinde (93-118). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Gillen, A. L. ve Williams, R. P. (1993). Dinner with a microbe. *The American Biology Teacher*, *55*, 268-274.

Glas, E. (2002). Klein's model of mathematical creativity. *Science and Education*, *11*, 95-104.

Gobert, J. D. ve Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 891-894.

Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education*. Dordrecht: Springer.

Hanke, U. (2008). Realizing model-based instruction. The model of model-based intruction. D. Ifenthaler, P. Pirnay-Dummer ve J. M. Spector, (Eds.), *Understanding models for learning and instruction* içinde (175-186). New York: Springer Science+Business Media, LLC.

Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, *80*(5), 509-534.

Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education, 22*(9), 1011-1026.

Hester, K. S., Robledo, I. C., Barrett, J. D., Peterson, D. R., Hougen, D. P., Day, E. A. ve Mumford, M. D. (2012). Causal analysis to enhance creative problem-solving: Performance and effects on mental models. *Creativity Research Journal*, *24*(2-3), 115-133.

Hill, B. R. (2010). *Mental models.* https://mentalmodelassessment.wordpress.com/

Hrepic, Z. (2002). *Identifying students' mental models of sound propagation.* Yayınlanmamış doktora tezi, Curriculum and Instruction College of Education, Kansas State University.

Ingham, A. M. ve Gilbert, J. K. (1991). The use of analogue models by students of

chemistry at higher education level. *International Journal of Science Education*, *13*, 193-202.

Işık, E., Çetin, G. ve Özarslan, M. (2017). Students' views about disease concept: Drawing and writing technique. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, *18*(2), 1-17.

İyibil, Ü. (2010). *Farklı programlarda öğrenim gören öğretmen adaylarının temel astronomi kavramlarını anlama düzeylerinin ve ilgili kavramlara ait zihinsel modellerinin analizi.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

İyibil, Ü. ve Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, *4*(2), 25-46.

Jalmo, T. ve Suwandi, T. (2018). Biology education students' mental models on genetic concepts. *Journal of Baltic Science Education*, *17*(3), 474-485.

Johnson-Laird, P. N. (2006). Mental models, sentential reasoning, and illusory inferences. C. Held, M. Knauff ve G. Vosgerau (Eds.), *Mental models and the mind. Current developments in cognitive psychology, neuroscience, and philosophy of mind* içinde (27-51). Amsterdam: Elsevier.

Jones, M. G. ve Rua, M. J. (2006). Conceptions of germs: expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, *10*(3), 1-40.

Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi.* Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Norman, D. (1983). Some observations on mental models. D. Gentner ve A. L. Stevens (Eds.), *Mental model* içinde (7-14). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.

Özmen, H., Ayas, A. ve Coştu, B. (2002). Determination of the science student teachers' understanding level and misunderstandings about the particulate nature of the matter. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *2*(2), 507-529.

Passmore, C. ve Stewart, J. (2002). A modeling approach to teaching evolutionary biology in high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(3), 185-204.

Piko, B. F. ve Bak, J. (2006). Children's perceptions of health and illness: images and lay concepts in preadolescence. *Health Education Research*, *21*(5), 643-653.

Pekmezci, A. (2017). *6. sınıf öğrencilerinin solunum sistemi ile ilgili zihinsel modellerinin değişimi.* Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Robitu, C. (2011). *Model based teaching and learning in the high school chemistry laboratory.* Yayınlanmış yüksek lisans tezi, Faculty of California State University, Fullerton.

Saçkes, M. ve Korkmaz, H. İ. (2015). Anaokulu çocuklarının dünyanın şekline ilişkin zihinsel modelleri. *İlköğretim Online*, *14*(2), 734-743.

Samarapungavan, A., Vosniadou, S. ve Brewer, W. F. (1996). Mental models of the earth, sun, and moon: Indian children's cosmologies. *Cognitive Development*, *11*, 491-521.

Schwarz, M. L., André, P. ve Sevegnani, L. (2012). Children's representations of the

biological richness of the mata atlântica biome. *Ciência & Educação*, *18*(1), 155-172.

Shepardson, D. P., Wee, B., Priddy, M. ve Harbor, J. (2007). Students' mental models of the environment. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(2), 327-348.

Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D. ve Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, *17*(1), 1-17.

Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, *22*(6), 619-644.

Taylan-Yıldız, H. (2006). *İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Taylor, I., Barker, M. ve Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, *25*(10), 1205-1225.

Ulutaş, B. (2010). *Kimya eğitimi öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki zihinsel modelleri ve bilişsel haritaları.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Vosniadou, S. ve Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, *24*, 535-585.

Vosniadou, S. ve Brewer, W. F. (1994). Mental models of the day/night cycle. *Cognitive Science*, *18*, 123-183.

Williams, R. P. ve Gillen, A. L. (1991). Microbe phobia and kitchen microbiology. *The American Biology Teacher*, *53*(1), 10-11.

Yalçın, S. (2011). *İlköğretim 7. sınıf öğrencilerinin atom kavramı ile ilgili zihinsel modelleri.* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

EK 1

Ön Bilgilerin Ortaya Çıkarılması

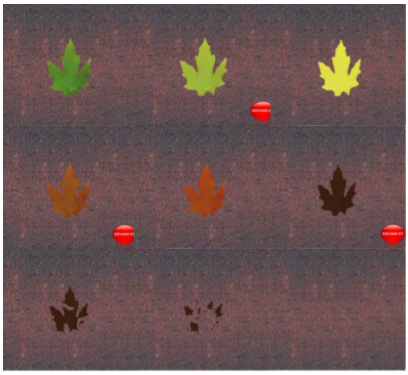
Ağaçtan yere düşen bir yaprağın toprağa karışma sürecinin yer aldığı etkinlikte öncelikle öğrencilere ağaçtan dökülen yapraklara ne olur sorusu ile başlanmıştır. Öğrenci cevaplarından sonra bu yaprakların toprağa karışmasında etkenler sorulmuştur. Daha sonra animasyona geçilmiştir.

Model Oluşturma

Bu aşamada, animasyonda ilk sahnede bir ağaç yer almaktadır. İkinci sahnede bir daldan kopan yaprak görünmektedir. Üçüncü sahnede de bu yaprak toprağa düşmüş şekilde görünmektedir. Bu sahneler Şekil 2'de yer almaktadır. Daha sonra topraktaki yaprağa yakınlaşan sahne gelmiştir.

Şekil 2. Ağaçta Yaprağın Düşmesi ile İlgili Hazırlanan Arayüzler

Toprağa düşen yaprağa yakınlaştıktan sonra yaprağın toprağa karışma sürecindeki aşamalara geçilmiştir. Bu aşamalar sırasıyla Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Yaprağın Toprağa Karışma Aşamaları İle İlgili Hazırlanan Arayüzler

Şekil 3'te aşamaları gösterilen süreçle ile ilgili olarak bu süreçte etken olan şeyin ne olduğu sorulmuştur. Model oluşturma aşamasında ölmüş bitkiler üzerinden mikroskobik canlıların ayrışma işlevine vurgu yapılmıştır.

Modeli Kullanma

Bu aşamada ölmüş bir hayvanın toprağa karışması ile ilgili animasyon kullanılmıştır.