



## The Opinions of the Prospective Science Teachers' on Structured, Semi-Structured and Unstructured Three-Dimensional Modeling Processes\*

Eda DEMİRHAN<sup>1</sup>, Fatma ŞAHİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya University, Faculty of Education, Department of Special Education,  
edemirhan@sakarya.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-9414-0431>

<sup>2</sup>Marmara University, Faculty of Education, Mathematics and Science Education  
Department, fsahin@marmara.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-6291-0013>

Received :11.04.2018

Accepted : 16.07.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506453

---

*Abstract* –This research aims to determine the opinions of prospective science teachers regarding structured, semi-structured and unstructured three-dimensional modeling processes according to several problems. Thus, modeling activities were conducted in three different process as structured (problem+materials+process), semi-structured (problem+materials) and unstructured (problem). In this research planned within the framework of embedded multiple case study design, a total number of 67 prospective science teachers created six models concerning human circulation and respiratory system. "Focus Group Discussions," "Video Recordings," and "Model-Related Activity Documents" were used as data collection tools. The collected data were analyzed comparatively using the content analysis method. Five themes, which are a) challenges encountered, b) contributions, c) availability, d) alternative ideas and e) originality, were found to be common in all modeling groups. In general, it was determined that modeling activities had some positive impacts such as supporting learning theoretical information, enabling information to be remembered easily, ensuring the recognition of incomplete information and learning by doing and supporting learning in a fun environment. As a negative impact, on the other hand, it was concluded that it was a hard and tiring task to attach materials during modeling activities.

*Key words:* models, modeling, prospective teacher, case study.

-----  
Corresponding author: Eda DEMİRHAN, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Özel Eğitim Bölümü, C/Blok, 54300 /Hendek, Sakarya (Türkiye).

\*The study was supported by TUBİTAK (The Scientific and Technical Research Council of Turkey) 2211-Doctoral Scholarship with first author's thesis.

## Summary

*Introduction:* Models are one of the materials that are frequently used to describe scientific theories and to concretize abstract concepts. For this reason, various types of models are frequently used for teaching many subjects and concepts in science. Thus, students are expected to explain various relationships, processes or mechanisms between concepts, to support their explanations or to create and use models to search for possible solutions. The technique that requires teachers to show detachable models, which are prepared beforehand, in the classroom environment and students to use them, is widely used in the method of teaching with models. However, students should be allowed to create their own models, so that they can understand the subject better. Nevertheless, it may be difficult for teachers, who had little experience with creating and using models on their own, to help their students regarding this matter. In addition, several studies show that teachers' perceptions of models are complex and sometimes inconsistent and that teachers have different approaches to teaching with models based on their knowledge, beliefs, and experience. Therefore, it is aimed in the research to determine the opinions of prospective science teachers regarding structured, semi-structured and unstructured modeling processes that they have experienced in the topic of human circulation and respiratory system.

*Method:* Among the qualitative research designs, the "embedded multiple case study design" was used in the research. The creation of structured, semi-structured and unstructured models by teachers constituted three independent situations. In addition, participants in these three groups were divided into subgroups. Therefore, the unit of analysis consists of prospective teachers in the subgroups.

*Participants and Procedure:* A total of 67 prospective science teachers, including 13 male and 54 female second-year prospective science teachers in a state university, were the participants of the research. The unstructured model creation process was conducted with a group of 25 participants, whereas semi-structured and structured model creation processes were carried out with a group of 21 participants. Each modeling group was divided into five subgroups of 3-6 people. This research, in which it was planned to analyse the opinions of the participants regarding different modeling processes, was carried out within the scope of the units of circulatory and respiratory systems studied in "General Biology II" course and lasted for a total of six weeks including 4 hours of theoretical and 2 hour of application courses per week. A total of six models, which were cardiac muscle, valves, arteries and capillaries, veins, systemic circulation and diaphragm, were created in this process. The modeling processes

were planned in three different ways (structured, semi-structured, unstructured), similar to the experimental techniques used in the laboratory, which includes techniques from open-ended to close-ended experimental techniques. In the unstructured modeling group which was one of these processes, only problems were given and participants decided which materials to use and what kind of a model to create in order to solve these problems. In the semi-structured modeling group, problems and materials related to the solution of these problems were given and participants decided what kind of a model to create. In the structured modeling group, a form that defined and limited the problems, materials and model type was given to the participant.

*Data Collection Tools and Data Analysis:* Focus group discussions were conducted as the primary data collection tool in the research. Video recordings and model-related event documents were used as data collection tools as well. The data collected using the last two tools were employed in order to support the data collected using focus group discussions. In the research, the documents filed by the prospective teachers, focus group discussions and video recordings were analyzed using content analysis and continuous comparative analysis methods.

*Discussion and Conclusions:* The results obtained from the focus group discussions conducted with the participating groups were categorized into 5 themes; a) Challenges encountered, b) Contributions, c) Availability, d) Alternative ideas and e) Originality. As a common feature of all of these processes, it was determined that modeling activities had some positive impacts such as supporting learning theoretical information, enabling information to be remembered easily, ensuring the recognition of incomplete information and learning by doing and supporting learning in a fun environment. As a negative impact, on the other hand, it was concluded that it was a hard and tiring task to attach materials during modeling activities. That being said, some model features that are seen in models created in modeling activities; such as being easy to assemble, being clear/intelligible, consisting of simple materials; can be considered as some factors that affect the availability of the models in educational environments. When alternative ideas regarding improving the created models are examined, it is common anticipation that they can be more study and be made of different materials to add richness. When comparing different modeling processes, it was concluded that most of the codes were observed in subgroups in which unstructured models were created. Although unstructured and semi-structured modeling processes have some problems, in general, it can be said that they should be preferred over structured modeling when creating models to solve a problem.

# Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmış, Yarı-Yapılandırılmış ve Yapılandırılmamış Üç Boyutlu Modelleme Süreçlerine İlişkin Görüşleri\*

Eda DEMİRHAN<sup>1</sup>, Fatma ŞAHİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sakarya University, Faculty of Education, Department of Special Education, edemirhan@sakarya.edu.tr <https://orcid.org/0000-0001-9414-0431>

<sup>2</sup>Marmara University, Faculty of Education, Mathematics and Science Education Department, fsahin@marmara.edu.tr <https://orcid.org/0000-0002-6291-0013>

Gönderme Tarihi: 11.04.2018

Kabul Tarihi: 16.07.2018

Doi: 10.17522/balikesirnef.506453

*Özet* –Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının çeşitli problemlere ilişkin farklı modelleme süreçlerine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda modelleme etkinlikleri yapılandırılmış (problem+materyaller+yapılış), yarı-yapılandırılmış (problem+materyaller) ve yapılandırılmamış (problem) olmak üzere üç farklı şekilde yürütülmüştür. İç içe geçmiş çoklu durum deseni çerçevesinde planlanan bu araştırmada toplam 67 fen bilgisi öğretmen adayı insanda solunum ve dolaşım sistemi ünitelerine ilişkin altı model oluşturmuşlardır. Veri toplama araçları olarak “Odak Grup Görüşmesi”, “Video Kayıtları” ve “Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları” kullanılmıştır. Toplanan veriler karşılaştırmalı olarak incelenerek içerik analizi ile analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bütün modelleme gruplarında ortak olarak karşılaşılan zorluklar, katkıları, kullanılabilirlik, alternatif fikirler ve özgünlük olmak üzere beş tema ortaya çıkmıştır. Genel olarak modelleme aktivitelerinin teorik bilgi öğrenmeyi desteklediği, bilgilerin akılda kalıcı olmasını desteklediği, eksik bilgilerin farkına varılmasını sağladığı, yaparak öğrenmeyi sağladığı ve eğlenceli ortamda öğrenmeyi desteklediği gibi olumlu sonuçların ortak olduğu belirlenmiştir. Olumsuz olarak ise modelleme aktivitelerinde malzemeleri birleştirmenin zor ve yorucu olması dikkat çekici bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır.

*Anahtar kelimeler:* model, modelleme, öğretmen adayı, durum çalışması

Sorumlu yazar: Eda DEMİRHAN, Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Özel Eğitim Bölümü, C/Blok, 54300 /Hendek, Sakarya (Türkiye).

\*Bu çalışma, ilk yazarın TÜBİTAK tarafından 2211-Yurt İçi Doktora Bursu kapsamında desteklenen doktora tezinden üretilmiştir.

## Giriş

Fen bilimleri, çoğunlukla doğrudan gözle görülmeyen, anlaşılması zor olan konu, olgu ve süreçleri içeren; fizik, kimya ve biyoloji bilimlerini içeren bir bilim dalıdır. Farklı

disiplinlerden oluşan yapısı sebebiyle görselleştirmek için materyal kullanımı fen eğitiminde anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için özel bir önem taşımaktadır. Modeller, hem bilimsel teorilerin açıklanmasında ve hem de soyut kavramların somutlaştırılmasında sıklıkla kullanılan materyallerden birisidir ve bu doğrultuda herhangi bir konunun açık ve anlaşılır hale getirilmesi için yapılan işlemler modelleme olarak belirtilmektedir (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2002). Modelleme, Gelecek Nesil Fen Standartları [Next Generation Science Standarts (NGSS)]'ndaki temel uygulamalardan birisidir (Achieve, 2013) ve bununla birlikte K-12 fen eğitimi müfredatında yer alan sekiz temel uygulamadan birisi olarak eğitim ortamlarında modellerin kullanımına çok daha fazla vurgu yapılmaktadır (NRC, 2012). Bu doğrultuda Oh ve Oh (2011) modellemenin bilimsel fikirleri tanımlama, açıklama, tahmin etme ve bildirmede rol oynadığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Ferreira ve Justi (2008) bilimsel bilginin oluşturulması, kullanılması ve bilginin yapılandırılması süreçlerinde modellemenin önemli bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Gilbert ve Justi (2016) ise bir tetrahedronun modellenmesi sürecinde modelleme aşamalarını açık bir şekilde ifade ederek bu süreci örneklendirmiştir. Modeller ve modelleme süreçlerinin giderek önem kazanması sebebiyle “model tabanlı öğretim” ve “model temelli sorgulama” gibi kavramlarla literatürde sıklıkla karşılaşılmaktadır (Louca & Zacharia, 2012; Shen, Lei, Chang, & Namdar, 2014). Bu kavramlar özünde modelleme aktiviteleri ile öğrencilerin bilimsel okuryazar bireyler olarak yetişmeleri (Halloun, 2006), ilgili kavramlara ilişkin derinlemesine bir anlayışla alan bilgisi (Maia & Justi, 2009; Mendonça & Justi, 2011) ve bilimsel bilgiyi kazanmaları amaçlamaktadır (Justi & Gilbert, 2002). Bununla birlikte ülkemiz olmak üzere pek çok farklı ülkenin öğretim programlarında modelleme ve modellerin kullanımına yönelik çeşitli kazanımlara yer verilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017; National England Curriculum [NEC], 2013; National Science Teachers Association [NSTA], 2012)

Modellerin fen eğitiminde bu kadar önem kazanmasının sebeplerinden biri de pek çok araştırmada modellerin farklı sınıf seviyeleri ve alanlarda (akademik başarı, problem çözme, tutum, yaratıcılık vb.) olumlu etkilerinin olduğu görülmesidir (Esendemir, 2014; Lazorowitz & Naim, 2013; Malone, 2006; Rotbain, Marbach-Ad, & Stavy, 2006; Schwarz & Gwekwerere, 2007; Ünal Çoban, 2009; Yurdatapan & Şahin, 2013). Ayrıca, modellerin kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalarda öğrenmeyi kolaylaştırdığı, kalıcı öğrenme sağladığı (Sternberg & Grigorenko, 2007; Türk & Kalkan, 2017) ve öğrenciler tarafından eğlenceli ve ilgi çekici bulunduğu belirlenmiştir (Kalkan & Türk, 2012). Benzer şekilde Boo ve Watson (2001) öğrencilerin birbir kendilerinin oluşturdukları el yapımı materyallerin onların duyuusal deneyimlerini genişlettiği, rahatlattığı ve doyum sağlamalarına yol açtığını

belirtmişlerdir. Bu gibi olumlu etkilerinin yanı sıra Harman'a göre (2012) modelleme aktivitelerinde; uzun zaman alması, maliyetli olması, kalabalık sınıflarda kullanımının zor olması, malzeme temin etme güçlüğü, öğretmenin iş yükünün artması, gerçeği temsil edememesi, her konuya uygun olmaması gibi olumsuzluklarla da karşılaşmaktadır. Bu doğrultuda hangi modelin nasıl bir süreçle sınıf ortamında kullanıldığı önem kazanmaktadır.

Modeller sınıf ortamında öğretmen tarafından doğrudan sunularak kullanılabildiği gibi öğrencilerin oluşturulması sağlanarak da kullanıldığını belirten çalışmalar bulunmaktadır. Öğretmenlerin daha önceden oluşturulan sökülüp takılabilen modelleri göstermesi ve öğrencilerin bunları kullanması modellerle yapılan öğretimde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Sikošek & Žuželj, 2013). Ancak öğrencilerin konuyu daha iyi anlaması için onlara modelleri kendilerinin oluşturmalarına izin verilmelidir (Devetak ve diğerleri, 2010). Buna göre öğrencilerden kavramlar arasındaki çeşitli ilişkileri, süreçleri ya da mekanizmaları açıklamaları, açıklamalarını desteklemeleri ya da olası çözüm yollarını araştırmaları için model geliştirmeleri ve kullanmaları beklenmektedir (Falk & Brodsky, 2013; Schwarz & Passmore, 2012; Windschitl, 2012). Fakat kendi başına model geliştirme ve kullanma fırsatı az olmuş olan öğretmenlerin, öğrencilerine bu konuda yardım etmesi zor olabilmektedir (Khan, 2011; Louca, Zacharia & Constantinou, 2011). Önceki araştırmalar öğretmenlerin modellere ilişkin algılarının karmaşık ve bazen tutarsız olduğunu göstermekle birlikte öğretmenlerin öğretimde model kullanıma ilişkin kendi bilgi, inanç ve deneyimlerine bağlı olarak farklı yaklaşımlar sergilediği görülmüştür (Henze, vanDriel, & Verloop, 2007; Justi & Gilbert, 2003).

Literatür incelendiğinde modellerin doğrudan öğretmen tarafından gösterim amaçlı kullanımı ya da öğrencilerin kendilerinin model oluşturmaları şeklinde genellikle iki farklı biçimde öğretim ortamlarında kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte yukarıda değinildiği üzere “model tabanlı öğretim” ve “model tabanı sorgulama” gibi kavramsal süreçlerle modellerin oluşturulması desteklenmektedir. Bu araştırmada ise literatürden farklı olarak modelleme süreçleri açık uçlu deney tekniğinden kapalı uçlu deney tekniğine doğru laboratuvar ortamında kullanılan deney tekniklerine benzer şekilde kurgulanmış; ve yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç farklı şekilde isimlendirilmiştir. Bugün ki bilgimize göre model oluşturma süreçlerinin bu şekilde kurgulanarak öğretmen adaylarının bu süreçlere ilişkin görüşlerini araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Bu doğrultuda araştırmada, öğretmen adaylarının insanda dolaşım ve solunum sistemi ünitesine

ilişkin yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç farklı süreçte model oluşturmalarına ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## **Yöntem**

Araştırmada, nitel araştırma desenlerinden “iç içe geçmiş çoklu durum deseni” kullanılmıştır. İç içe geçmiş çoklu durum deseninde her bir durum içerisinde saklı bulunan bir veya birden fazla durum bulunabilir. Ve konu alınan her bir durum, kendi içerisinde çeşitli alt birimlere ayrılarak çalışılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Öğretmen adaylarının yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış model oluşturmaları birbirinden bağımsız üç farklı durumu kapsamaktadır. Buna göre, modelleme süreçleri açık uçlu deney tekniğinden kapalı uçlu deney tekniğine doğru laboratuarda kullanılan deney tekniklerine benzer olarak üç farklı şekilde (yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış) planlanmıştır. Bu süreçlerden biri olan yapılandırılmamış modelleme grubunda sadece problemler verilerek bu problemlerin çözümü için hangi malzemelerle nasıl bir model oluşturulacağı serbest bırakılmıştır. Yarı-yapılandırılmış modelleme grubunda ise problemler ve o problemlerin çözümüne ilişkin malzemeler verilerek nasıl bir model oluşturacakları serbest bırakılmıştır. Yapılandırılmış modelleme grubunda ise problem durumları, malzemeler ve bu malzemeler ile nasıl bir model oluşturulacağı bir form ile verilerek sınırlandırılmıştır. Bunun yanı sıra bu üç farklı grupta bulunan öğretmen adayları kendi içerisinde alt gruplara ayrılmıştır. Bu nedenle analiz birimini alt gruplarda yer alan öğretmen adayları oluşturmaktadır. Dolayısıyla, araştırma “iç içe geçmiş çoklu durum deseni” ne uygun olarak yürütülmüştür.

### *Katılımcılar*

Katılımcılar bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği programının ikinci sınıfında öğrenim gören ve “Genel Biyoloji II” dersini alan 13 erkek, 54 kız olmak üzere toplam 67 öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Yapılandırılmamış model oluşturma 25, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış model oluşturma süreçleri ise 21 er kişiden oluşan gruplar ile yürütülmüştür.



**Tablo 1.** Katılımcılara ilişkin betimsel bilgiler

Gruplar	N	Cinsiyet		Mezun olunan lise türü				Yaşanılan bölge					
		Kız	Erkek	Düz	Anadolu	Meslek	Kolej	Marmara	Karadeniz	Ege	İç Anadolu	Doğu Anadolu	Akdeniz
Yapılandırılmış	21	18	3	14	4	1	2	13	1	4	2	0	1
Yarı-yapılandırılmış	21	18	3	15	5	1	0	12	3	3	1	2	0
Yapılandırılmamış	25	18	7	17	7	1	0	18	4	0	1	1	1

Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplar I.öğretim; yapılandırılmış model oluşturan gruplar ise II. öğretimde öğrenim görmektedirler. Öğretmen adaylarından hangi grubun hangi tür modelleme sürecinde yer alacağına birbirlerinden etkilenmemeleri ve ilgili modelleme sürecinin gerektirdiği süre dikkate alınacak şekilde ders programdaki saatleri temel alınmıştır. Her bir modelleme grubu da ayrıca kendi içerisinde 3-6 kişiden oluşan beş alt gruba ayrılmıştır. Araştırma sürecinde öğretmen adaylarının birlikte uyum içerisinde çalışmalarını önemli olduğundan, alt gruplara ayrılma öğretmen adaylarının görüş ve istekleri dikkate alınarak yapılmıştır. Bütün gruplarda yer alan öğretmen adayları çalışmaya gönüllülük esasına dayalı olarak katkı sağlamışlardır.

#### *Veri Toplama Araçları*

*Odak Grup Görüşmesi:* Durum çalışmalarında araştırmalarda başlıca veri toplama yöntemlerinden biri görüşme olduğundan (Yıldırım ve Şimşek, 2008) ve bütün süreçte gruplar halinde çalışma yürütüldüğünden araştırmanın birincil veri toplama kaynağı öğretmen adayları ile yapılan odak grup görüşmeleridir. Görüşmeler, her bir grupta bulunan alt gruplar ile modelleri oluşturmalarının hemen ardından yaklaşık 20 dakika süre ile yapılmış ve ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır. Her bir görüşmede şu sorular üzerinde grup üyelerinin görüşleri alınmıştır: 1) Oluşturduğunuz model hakkında ne düşünüyorsunuz? 2) Modeli oluştururken zorlandığınız kısımlar var mı? Varsa Nelerdir? 3) Oluşturduğunuz modelin eğitim-öğretim sürecine katkıları var mıdır? Varsa Nelerdir? 4) Oluşturduğunuz modelin fen/biyoloji derslerinde kullanılabilirliğine ilişkin görüşleriniz nelerdir? 5) Oluşturduğunuz bu model üzerinde değişiklik yapmak isteseyiz neler yapardınız? 6) Bu modeli oluşturmak size ne kattı? 7) Oluşturduğunuz modelin özgünlüğü hakkında ne düşünüyorsunuz? Özgün kısımları var mı? Varsa nelerdir?

*Video Kayıtları:* Modelleme sürecinde bütün gruplarda gerçekleştirilen işlemler her bir grubun çalışma yaptığı yere birer kamera yerleştirilerek kayıt altına alınmıştır. Her bir işlem



grubu kendi içerisinde beş ayrı gruba ayrıldığı için çalışma sürecinde beş ayrı kamera (ayrıca 2 adet yedek) kullanılmıştır. Araştırma sürecinin başında öğretmen adayları “kameraya çekiliyoruz” diyerek birbirlerini uyarsalar da; sürecin rutine binmesi ve ellerinde çözmeleri gereken problem durumları olduğundan kısa sürede doğal tepkiler verdikleri gözlemlenmiştir. Katılımcıların verdikleri gülme (hahaha), bekleme (.....), ya da şaşkınlık tepkileri (vayyy) paragraflar içerisinde belirtmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte ilgili kayıtlardan yalnızca ilgili kodlara örnek niteliğinden olan kısımlar kısa kısa metinler halinde verilmiştir.

*Modellere Yönelik Etkinlik Kağıtları:* Araştırmada her bir model oluşturulduktan sonra öğretmen adayları tarafından bireysel olarak doldurulan “Modellere Yönelik Etkinlik Kağıtları” kullanılmıştır. Bu doküman öğretmen adaylarının belirlenen problemlerin çözümü için modelleri oluştururken yaptıkları işlemlerin ne kadar farkında olduklarını ve görüşlerini belirlemek amacı ile kullanılmıştır.

#### *Araştırma Süreci*

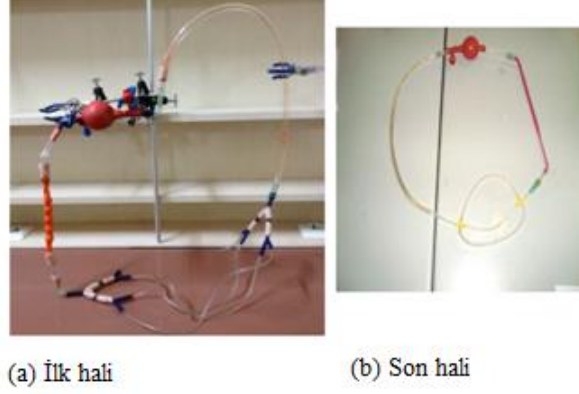
Farklı modelleme süreçlerine ilişkin katılımcıların duygu ve düşüncelerinin araştırılması planlanan bu araştırma “Genel Biyoloji II” dersi kapsamında dolaşım ve solunum sistemi üniteleri kapsamında ve haftada 4 saat teorik 2 saat uygulama olmak üzere toplam altı hafta süreyle yürütülmüştür. Derslerin teorik kısmı her bir grupta aynı ders notları, powerpoint sunuları ve kısa videolar kullanılarak verilmiştir. Uygulama kısmında ise ilgili modellerin oluşturulmasının yanı sıra “kan grubu tayini” ve “dana kalbi diseksiyonu” deneyleri gruplarca yapılmıştır. Her bir grup kendi içerisinde 3-6 kişiden oluşan beş farklı alt gruba ayrılmışlardır. Dolayısıyla modeller her bir grupta ayrı ayrı grupça oluşturulmuştur. Araştırmanın uygulama sürecinde bütün gruplardaki dersler araştırmacılardan birisi tarafından işlenmiştir. Modelleme aktiviteleri yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç farklı yaklaşım ile oluşturulmuştur. Yapılandırılmamış modellerin oluşturulduğu alt gruplardaki öğrencilere sadece problem durumuna ilişkin hazırlanan doküman verilmiştir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları kendilerinin seçerek temin edecekleri malzemeler ile modelleri oluşturacakları için her bir gruba belirli bir bütçe verilerek ekonomik sınırlılıklar ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Yarı-yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulduğu alt gruplara ise problem durumunun yanı sıra problemin ortaya konması ya da çözümüne ilişkin kullanılacak materyaller de verilmiştir. Yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulduğu alt gruplarda ise problem durumu, kullanılacak malzemeler ve bu süreçte modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin işlem basamaklarını içeren doküman verilmiştir. Araştırma sürecinde ihtiyaç anında iletişim önemli olduğundan sosyal ağlardan biri olan “facebook” da her bir

grup için ayrı ayrı grup açılarak öğretmen adaylarının karşılaştıkları sorunların çözümüne yönelik anında dönüt verilmeye çalışılmıştır.

*Modeller:* Hangi modellerin oluşturulacağını belirlemek için öncelikle dolaşım ve solunum sistemi ünitelerinde yapılan modellere ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda Sadi (2010), Sandmann ve Haugwitz (2010), Smith (1999) ve Giuliodori ve diğerleri (2009)'nin yaptıkları çalışmalarda kullanılan modellerin bu araştırma sürecinde oluşturulabilecek modellerden bazıları olduğuna karar verilmiştir. Bu araştırma sürecinde ilgili modellerden bazıları aynen alınırken, bazılarında ise değişikliğe gidilmiştir. Bu süreçte Model 1: Kalp kası, Model 2: Kapakçıklar, Model 3: Atardamar ve kılcal damarlar, Model 4: Toplardamarlar, Model 5: Büyük dolaşım ve Model 6: Diyafram olmak üzere toplam altı adet yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç farklı şekilde modeller oluşturulmuştur. Ek 1'de kapakçıkların çalışma prensibine ilişkin farklı gruplarda modellerin oluşturulmasına ilişkin verilen doküman örneği ve Ek 2'de ise bu modele ilişkin yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan alt grupların yaptıkları modellere ilişkin resimler verilmiştir (Yapılandırılmış modelleme yapan alt grupların modelleri Ek1'deki fotoğrafın birebir aynısı olduğundan ayrıca verilmemiştir). Yapılacak modellerin belirlenmesinden sonra ilgili modellere ilişkin problem senaryoları oluşturulmuştur. Bu senaryolarda problem durumunun temsili ya da çözümüne ilişkin model tasarlanması gerekmektedir. Bütün gruplara araştırma yapabilmeleri için modellere ilişkin problem senaryoları bir hafta öncesinden “*Modellere yönelik etkinlik kağıtları*” kapsamında verilmiştir.

*Modellere ilişkin pilot uygulama:* Araştırma sürecinde oluşturulacak modellerin yapım aşamasındaki eksiklerin ve problem senaryolarının önceden belirlenmesi ve giderilmesi adına gönüllü dört son sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile iki hafta süre ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışma sonucunda bazı modellerde kullanılan malzemelerde ve senaryolarda değişikliğe gidilerek son halleri verilmiştir. Malzemelerde yapılan değişiklikler çoğunlukla modellerin basit, kolay, ekonomik malzemeler (balon, kavanoz, bilye, hortum, pipet vb.) ile oluşturulmasının sağlanmaya çalışılması nedeni ile yapılmıştır.

Pilot çalışma sonucunda en büyük değişiklik model 5 için yapılmıştır. Model 5 de pilot uygulama için seçilen malzemeler kullanılarak sıvı sızdırmaz bir sistemin oluşturulması, onun birleştirilmesi ve belirlenen süre içerisinde tamamlanması konularında sorun yaşanmasından dolayı değişiklik yapılmıştır. Model 5 için yapılan değişikliklere ilişkin bilgiler Şekil 1' de görülmektedir.



**Şekil 1.** Model 5’de Yapılan Değişiklikler

Modelin ilk halinde resimde de görüldüğü üzere sistemin birleşme bölgelerinde bantlar kullanılarak sızdırmazlık sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak yine de bunun sağlanmasında sorunlar çıktığı belirlendiği için birbirine uyumlu hortumlar kullanılarak modelin son halinin şeklindeki gibi oluşturulmasına karar verilmiştir.

#### *Veri Analizi*

Araştırmada öğretmen adaylarının doldurdukları dokümanlar, odak grup görüşmeleri ve video kayıtları içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemleri birlikte kullanılarak incelenmiştir. İçerik analizi, belirli kurallara dayalı kodlamalarla, bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz, & Demirel, 2008). Sürekli karşılaştırmalı veri analizi ise, incelenen verilerin tümevarımsal olarak kategori şeklinde kodlanmasını ve aynı zamanda incelenmekte olan verileri sürekli olarak karşılaştırılması işlemini kapsamaktadır (Ekiz, 2003). Bu araştırmanın birincil veri kaynağı olarak odak grup görüşmeleri seçilmiştir. Görüşmelerden elde edilen ham veriler açık kodlama ile analiz edilerek, kod ve kategoriler (temalar) belirlenmiştir. Kodlamalarda katılımcılar tarafından ifade edilen kelime ve kavramlar mümkün olduğu kadar kodlamada kullanılmıştır ve ayrıca araştırma sorularının dışında kalan veriler dikkate alınmamıştır. Video kayıtları ve etkinlik kağıtlarından elde edilen veriler görüşmelerden elde edilen bulguları desteklemek için kullanılmıştır.

Bunun yanı sıra nitel verilerin sunumunda alıntılar ve video kayıtlarından örnekler verilirken yapılandırılmamış model oluşturan gruptaki öğretmen adayları A, yarı-yapılandırılmış gruptakiler B ve yapılandırılmış gruptakiler ise C harfi ile simgelenmiştir. Aynı zamanda cinsiyetleri hakkında bilgi vermek amacı ile de bu simgelerin yanına K-(Kız)

veya E-(Erkek) harfi numaraların yanına eklenmiştir. Örneğin AK<sub>1</sub> yapılandırılmamış model oluşturan gruptaki bir numaralı kadın öğretmen adayını ifade etmektedir. M ise model anlamına gelmekte olup; M5 beş numaralı model olan büyük dolaşım ile ilgili modeli belirtmektedir.

## Bulgular ve Yorumlar

Katılımcı gruplarla yapılan odak grup görüşmelerinden elde edilen sonuçlar a) Karşılaşılan zorluklar, b) Katkıları, c) Kullanılabilirlik, d) Alternatif fikirler ve e) Özgünlük temaları altında toplanmıştır. Gruplar ile her bir model oluşturma sürecinden sonra yapılan görüşmelerden elde edilen kodlar ilgili temalarda toplam sayı olarak belirtilmiştir. Buna göre toplam altı model oluşturulduğu için ilgili frekanslar altı modele ilişkin toplam sayıyı yansıtmaktadır. Öğretmen adaylarının yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış model oluşturma süreçlerine ilişkin düşünceleri bu temalar altında karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının etkinlik dokümanındaki ifadeleri ve kamera kayıtlarından alınan dökümler ilgili temaları desteklemek amacıyla ilgili temalar altında ayrıca verilmiştir.

### a) Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modelleme Süreçlerinde Karşılaşılan Zorluklar

Katılımcıların yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modelleme süreçlerinde karşılaştıkları zorluklar Tablo 2’ de karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.

**Tablo 2.** Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modelleme Sürecinde Karşılaştıkları Zorluklar

Tema	Kodlar	Sıklık frekansları		
		Yapılandırılmamış	Yarı-yapılandırılmış	Yapılandırılmış
Karşılaşılan Zorluklar	Malzemeleri birleştirmek	14	5	13
	Yorucu	9	8	1
	Aklındaki uygulamaya dökmek	16	5	-
	Sistemi doğru çalıştırmak	16	9	-
	Çok düşündürücü	11	9	-
	Uzun zaman alıcı	3	6	-
	Sıkıcı	-	5	7
	Grupça önceden bir araya gelmek	9	-	-
	Malzeme bulmak	14	-	-
	Stresli	4	-	-
	Umutsuzluk hissi	-	3	-
	Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek	-	-	7

Tablo 2'ye bakıldığında yapılandırılmamış model oluşturan grupların “*Aklındakini uygulamaya dökmek (f=16)*” ve “*Sistemi doğru çalıştırmak (f=16)*” kodlarını; yarı-yapılandırılmış model oluşturan grupların “*Sistemi doğru çalıştırmak (f=9)*” ve “*Çok düşündürücü (f=9)*” kodlarını ve yapılandırılmış model oluşturan grupların ise “*Malzemeleri birleştirmek (f=13)*” kodunu en çok tekrar ettikleri görülmektedir. Modelleri yapılandırılmamış şekilde oluşturan gruplarda bulunan öğretmen adaylarının ilgili kodlara ilişkin örnek ifadeleri şu şekildedir.

AK5: *Bir şeyler yapıyoruz tasarladığımız şeyi çalıştırmak için ama bunu yapmak gerçekten kolay değil (M3/ Sistemi doğru çalıştırmak)*

AE3: *Aslında çok düşündük, farklı farklı şeyler fakat bunları uygulamaya dökmek çok zor o yüzden en son bu çıktı (M1/ Aklındakini uygulamaya dökmek)*

AE5: *Çünkü uyumlu malzeme bulmak çok zor, birbirine uyumlu sızdırmayan özellikle sıvı kullanıyorsanız mutlaka bir şekilde sızıyor onu önlemek çok zor (M3/ Malzemeleri birleştirmek)*

Bununla birlikte yapılandırılmamış model oluşturan gruplardan birisine ilişkin video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar da incelendiğinde “*malzemeleri birleştirmek*” koduna örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı:15dk 48s)

AK10: Bana göre kırmızı hortumu kullanalım

AK7: O girmiyor, ben denedim

AK8: Dur bak şimdi olacak o

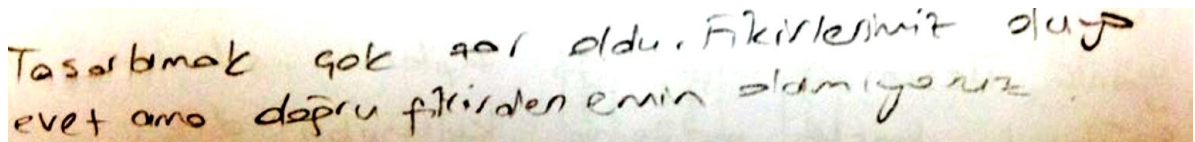
(hortumun kenarından kesik atarak genişletti)

AK9: Vayyy süpersin

AK8: Hahaha çok güzel oldu

AK7: Ama şimdi de su kaçırıyor

Benzer şekilde, Model 2'ye ilişkin AE2 kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da “*Aklındakini uygulamaya dökmek*” kodunu niteleyen ifadenin bulunduğu görülmektedir.



Tasarlamak çok zor oldu. Fikirlerimiz oldu evet ama doğru fikirlerden emin olamıyoruz.

Yarı-yapılandırılmış şekilde model oluşturan gruplardaki öğretmen adaylarının ilgili kodlara ilişkin alıntıları şu şekilde belirtilmiştir.

BK4: *Şu şöyleydi bu böyleydi, bilye nereye uyar, o küçük naylon neden var diye kaç dakika düşündük bilmiyorum (M2/ Çok düşündürücü)*

BK1: *Aortu hepimiz yaptık onda sorun yoktu ama hani hız ve basınç sanki olmadı. Çünkü atardamar en hızlı diyoruz olmadı bir türlü (M3/ Sistemi doğru çalıştırmak)*

BK<sub>5</sub>: Açıkçası şırınganın içerisine yerleştirmek ilk başta aklımıza gelmedi başta dıştan ucuna yerleştirmiştik sonradan yanlış çalışınca içten geçirdik fakat biraz zorlandık bunu yaparken (M6/ Malzemeleri birleştirmek)

Bunun dışında Model 3 için öğretmen adaylarının video kaydındaki aşağıdaki diyalogları “Sıkıcı” ve “Yorucu” kodlarına örnek olarak verilebilir.

M3 (Video kaydı:33dk 11s)

BK<sub>1</sub>: Tekrar şu ucu versene onu deneyelim

BK<sub>3</sub>: Bence hepsini bir kullanalım onların

BK<sub>4</sub>: Girmez ki hepsi

BK<sub>1</sub>:Ya olsun bak bir kere

BK<sub>2</sub>: Offf sen dene yoruldu ben

BK<sub>1</sub>:Bir saniye, şunu takip bitirelim, yeter artık

Yapılandırılmış şekilde modelleme yapan katılımcıların karşılaşılan zorluklar temasına ilişkin ifadelerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

CK<sub>12</sub>:Hani şeklin tersinden düşünmemiz gerekiyormuş gibi oldu biraz benzetmekte zorlandık (M2/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

CK<sub>15</sub>: Sürekli çıktı tekrar onları birleştirip tekrar yapmaya başlamak durumunda kaldık. (M4/ Malzemeleri birleştirmek)

CK<sub>1</sub>: Bugün ki dokuzuncu saatim hocam, bir de uçları denemeye çalışmak, tak çıkar tak çıkar sıkıldık (M3/ Sıkıcı)

Ayrıca öğretmen adaylarının Model 3’e ilişkin video kayıtları “Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek” koduna örnek olarak ayrıca aşağıdaki şekilde verilebilir.

M3 (Video kaydı:6dk 21s)

CK<sub>5</sub>: İnce olanda kalın olana göre daha yavaş oluyor

CK<sub>3</sub>: Ama kalın olana atardamar demiştik o zaman yanlış olmuyor mu bu?

CK<sub>4</sub>: Bak aynı hizada tut, öyle deneyelim.

CK<sub>5</sub>: Diğer uç da öyle olmadı. Bence bunda en hızlı

CK<sub>2</sub>: Anlamadım ben, yukarda tutunca farklı ama

CK<sub>3</sub>: O yüzden hep aynı seviyede deneyelim

CK<sub>5</sub>: İnce olanda kalın olana göre daha yavaş oluyor

CK<sub>3</sub>: Ama kalın olana atardamar demiştik o zaman yanlış olmuyor mu bu?

Bununla birlikte, Model 2’ye ilişkin CE<sub>2</sub> kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da öğretmen adaylarının modelleri birleştirirken zorlandıkları görülmektedir.

Kenan vücudu nasıl yapıldığını güzel bir şekilde öğretmen model. Bilona kavramı geçmesi istenince ve p.ret bir bilona yerleştirilince etey zahmetli.

Karşılaşılan zorluklar temasına ilişkin genel olarak katılımcıların “*Malzemeleri birleştirmek*” ve “*Yorucu*” kodlarını ortak olarak ifade ettikleri belirtilmektedir.

b) *Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modelleme Süreçlerinin Katkıları*

Katılımcıların yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modelleme süreçlerinde karşılaştıkları zorluklar Tablo 3’ de karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.

**Tablo 3.** Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modellemenin Katkılarına İlişkin Görüşleri

Tema	Kodlar	Sıklık frekansları		
		Yapılandırılmamış	Yarı-yapılandırılmış	Yapılandırılmış
Katkıları	Teorik bilgi öğrenmek	28	14	21
	Akılda kalıcı	18	14	15
	Eğlenceli ortamda öğrenmek	18	14	15
	Eksik bilgileri fark etmek	13	10	12
	Tekrar etmek	14	1	5
	Yaparak öğrenmek	10	12	5
	Grupla çalışma/ işbirliği	17	13	-
	Yanlış bilgileri fark etmek	12	8	-
	Başarı hissi	11	9	-
	Yaratıcı düşünmek	9	1	-
	El becerisi	3	4	-
	Deneyim-tecrübe	2	4	-
	Düşünmeyi öğrenmek	-	1	-
	Problem çözme becerisi	6	-	-
	Özgüven gelişimi	-	5	-
	Neyi bildiğini fark etmek	-	5	-
	Merak uyandırıcı	-	-	5

Tablo 3’e bakıldığında yapılandırılmamış ve yapılandırılmış şekilde model oluşturan grupların “*Teorik bilgi öğrenmek* (f=28 / f=21)” kodunu; yarı-yapılandırılmış olarak model oluşturan grupların “*Teorik bilgi öğrenmek* (f=14)”, “*Akılda kalıcı* (f=14)” ve “*Eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=13)” kodlarını en çok belirttikleri görülmektedir. Yapılandırılmamış model oluşturan grupların bu sürecin katkılarına ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

AK<sub>5</sub>: *Şimdi bizim modelimizde yarım ay kapakçığını düşündük yapmak için. Bu nedenle yarım ay kapakçığının nerede bulunduğunu, ne tarafa açıldığını ve kanı geri vermediğini çok iyi öğrendik yoksa zaten modeli yapamazdık ki* (M2/ Teorik bilgi öğrenmek)

AK<sub>10</sub>: *Model sayesinde gözümüzde canlanıyor o olay ve biz yaptığımız için daha kalıcı oluyor diye düşünüyorum* (M5/ Yaparak öğrenme & Akılda kalıcı)

AK<sub>11</sub>: *Sürekli düşünme halinde ne yapabiliriz diye hep beraber düşünülüyor ve ortaya bir şeyler çıkması çok güzel bir şey, eğlenceli de oluyor farklı şeyler bulmaya çalışıyoruz falan* (M5/ Grupla işbirliği & Eğlenceli ortamda öğrenmek)



Bununla birlikte, video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde grup üyelerinin birbirlerini alkışlaması ve hep birlikte gülmeleri ortamdan keyif aldığına ve bu nedenle “Eğlenceli ortamda öğrenmek” koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca, AK<sub>1</sub> kodlu öğretmen adayının grup arkadaşlarına kulakçıklarla karıncıklar arasında bulunan kapakçıklar ile ilgili bilgi vermesi “Teorik bilgi öğrenmek” koduna örnek olarak verilebilir.

M1 (Video kaydı:0dk 21s)

AK<sub>1</sub>: Şimdi bastırınca kulakçıktan karıncığa kan gitmesi lazım. Bir de aşağıdan tekrar kasınca damara kanın gitmesi gerekiyor karıncıktan. O nedenle iki yol olmalı sıvının geçeceği (herkes birbirine bakar)

AK<sub>1</sub>: Anlıyor musunuz ne dediğimi? Anladınız mı? (hep birlikte gülerler)

AK<sub>1</sub>: Yani şu hani bunu (pipet) buraya tek koyuyorsun ya, o öyle olmaz. İki tane yol olmalı sıvının gideceği. Şuraya bir tane daha (pipet) koymalıyız o yüzden

AK<sub>2</sub>: Nasıl yani? Kasılınca kan damara gitmeyecek mi?

AK<sub>1</sub>: Tamam amacımız o da yukarıda çıkabilir, hani kapakçık vardı

AK<sub>2</sub>:tamam tamam şimdi hatırladım.

AK<sub>3</sub>:yani şunu çıkartıp buraya iki tane takacağız

AK<sub>1</sub>:evet şimdi oldu (birbirlerini alkışladılar)

Ayrıca, AK<sub>7</sub> kodlu öğretmen adayının, Model 2’ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da “Problem çözme becerisi” koduna ilişkin ifadeler olduğu görülmektedir.

Model yaparken bir problemle karşılaştığımızda hemen çözüm üretmeye çalışıyoruz. Bu da hepimizde karşılaştığımız problemlere daha uygun yöntem bulma yönümüzü pekiştirir

Yarı-yapılandırılmamış model oluşturan grupların bu sürecin katkılarına ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

BK<sub>3</sub>: Hani birçok model yaptık filan ben eğleniyorum aslında hep birlikte bir şeyler yapmaya çalıştığımız için keyif alıyorum (M6/ Eğlenceli)

BK<sub>2</sub>: İnsan yanlışını unutmazmış diyoruz ya mesela ben sınavdan çıkınca yaptığım yanlışları unutmuyorum. O nedenle kalıcılık bu şekilde sağlanabilir (M3/ Akılda kalıcı)

BK<sub>10</sub>: Hep birlikte grupça çalışıyoruz ve böylelikle birbirimizden de öğreniyoruz aslında (M1/ Teorik bilgi öğrenmek & Grupça işbirliği)

BK<sub>17</sub>: Gerçekten yaratıcı düşünebiliyormuşuz bunu gördüm (M1/ Yaratıcı düşünmek)

Bununla birlikte Model 4 için video kayıtlarındaki aşağıdaki diyaloglar “Eksik bilgileri fark etmek” koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı:4dk 53s)

BK<sub>15</sub>: Kapakçık için huniyi mi kullansak?

BK<sub>12</sub>: Şimdi bunda amacımız(sıvının) tek yönlü gitmesi değil mi?

BK<sub>14</sub>: Evet sadece aşağı doğru açılacak

BK<sub>12</sub>: Tamam o zaman huniyi deneyebiliriz

BK<sub>14</sub>: Ama damar çıkışlarında da vardı

BE<sub>3</sub>: Hayır ya karıştırma, sadece kulakçık-karıncık arasında yok muydu?

BK<sub>14</sub>: Saçmalama, hani hatta video da da vardı

BE<sub>3</sub>: Ee o zaman ikisini gösterebilir miyiz? Nasıl?

Öğretmen adaylarından alınan yukarıdaki alıntılarının ve video kayıtlarının yanı sıra BE<sub>1</sub> kodlu öğretmen adayının *Model 5*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin “Özgüven gelişimi” ve “Yaparak öğrenmek” kodlarına örnek olarak verilebilir.

Ayrıca, BK<sub>13</sub> kodlu öğretmen adayının *Model 5*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin “Eğlenceli ortamda öğrenmek” koduna örnek olarak verilebilir. Yapılandırılmış model oluşturan grupların bu sürecin katkılarına ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

CE<sub>2</sub>: *Hayatımda bir ilki yaşadım. Hani öğretimimde genelde teori anlatılırdı. Soru-cevap şeklinde kontrol edilirdi. Sınavda da öğrenip öğrenmediğim kontrol edilirdi. Ama bu daha farklı (M5/ Deneyim- tecrübe)*

CK<sub>1</sub>: *Eksiklerimizi gördüğümüz için doğruya yöneltti, merak uyandırdı diyebilirim (M3/ Eksik fark etmek & Merak uyandırıcı)*

CK<sub>5</sub>: *Derste anlatılınca hani biraz hava da kalmış olabiliyordu. Şimdi daha iyi anlamış olduk ve kalıcı olacağını düşünüyorum (M4/ Teorik bilgi öğrenmek & Akılda kalıcı)*

Yukarıdaki ifadelerin yanı sıra video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde bu diyalogların “Eksik bilgileri fark etmek” koduna bir örnek olarak verilebileceği görülmektedir.

M2 (Video kaydı:1dk 32s)

CK<sub>6</sub>: (Balonu) Bastır iyice

CK<sub>9</sub>: Bak bilye kanın aşağıya inmesini engelliyor

CK<sub>7</sub>: Kapakçık mı o? (Düşündüler)

CK<sub>9</sub>: Hangi kapakçık o zaman?

CK<sub>8</sub>: Şu(huni) karıncık o zaman, bu damar

CK<sub>10</sub>: Tamam işte beherden huniye yani karıncıktan kulakçığa gidiyor

CK<sub>9</sub>: Hayır, tam tersi kulakçıktan karıncığa çünkü karıncıktan vücuda gitmeli

CK<sub>10</sub>: Aradaki de kulakçık karıncık arasında bulunan kapakçık...Orada da mı kapakçık varmış

Benzer şekilde Model 5 için CK<sub>1</sub> kodlu öğretmen adayının aşağıdaki ifadesi “Akılda kalıcı” ve “Teorik bilgi öğrenmek” kodlarını nitelediği söylenebilir.

=> Bu çalışmalarını yapmak bize konuyu daha iyi kavradı. Akılda kalıcı oldu.

Buna göre, model oluşturma süreçlerine ilişkin genel olarak katılımcıların “Teorik bilgi öğrenmek”, “Akılda kalıcı”, “Eğlenceli ortamda öğrenmek”, “Eksik bilgileri fark etmek”, “Tekrar etmek” ve “Yaparak öğrenmek” kodlarını her bir farklı modelleme sürecinde ortak olarak ifade ettikleri görülmektedir.

#### c) Yapılandırılmamış, Yarı-Yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Süreçlerle Oluşturulan Modellerin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşler

Katılımcıların yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modelleme süreçlerinde oluşturulan modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri Tablo 4’ de karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.

**Tablo 4.** Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modellemenin Katkılarına İlişkin Görüşleri

Tema	Kodlar	Sıklık frekansları		
		Yapılandırılmamış	Yarı-yapılandırılmış	Yapılandırılmış
Kullanılabilirlik	Basit malzemeler	19	17	12
	Basit kurulum	17	10	4
	Açık/ Anlaşılır	16	16	11
	Karmaşık/ Çelişkili	14	11	8
	İşlevsel	13	12	8
	Yanlış kavramalara yol açabilir	11	12	10
	Laboratuara gerek yok	11	6	-
	Kurulumu zor	6	6	-
	Uygun maliyet	8	-	2

Tablo 4 incelendiğinde bütün modelleme gruplarında “Basit malzemeler (f=19 / f=17/ f=12)” kodunun en çok ifade edildiği görülmektedir. Bu kodun dışında yapılandırılmamış model oluşturan gruplarda “Basit kurulum (f=17)”; yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde model oluşturan gruplarda ise “Açık/Anlaşılır (f= 16/ f=11)” kodlarının en çok tekrar edildiği görülmektedir. Yapılandırılmamış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

AK<sub>1</sub>: Bizim için meyve suyu kutusu çok pratik oldu mesela Yoksa daha uğraşacaktık kalp hani ona uygun bir şey bulmakta sonuçta ucuz ve kolaylıkla bulunabilen bir malzeme (M1/ Basit malzemeler & Uygun maliyet)

AE<sub>1</sub>: Tamamen gerçeği yansıtıyor. Hani derse git hemen anlat o kadar net. Yani kolaylıkla anlatılabilir. Gören direk kalbin odacıklarını filan anlayabilir (M1/Açık-anlaşılır & İşlevsel)

AK<sub>2</sub>: Aslında diğer gruplara çok benzer oldu bu ama sonuçta ileride kullanılabilir ve diyaframın çalışmasını da gösteriyor (M6/ İşlevsel)

Bununla birlikte, Model 2'ye ilişkin AK<sub>5</sub> kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da “Basit kurulum”, “Basit malzemeler” ve “Açık-anlaşılır” kodlarını niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.

Kısay malzemeler olduğu için her yerde bulabiliriz.  
ve gayetle bakıldığında anlaşılır. Yapılışında kolaydı.

Yarı-yapılandırılmamış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

BK<sub>18</sub>: Her yerde rahatlıkla yapılabilir (M2/ Basit kurulum & laboratuara gerek yok)

BK<sub>12</sub>: Her yerde olan malzemeler kullandık evet ama o hız ve basıncın tam olarak ifade edilemediği için sorun olur bence (M3/ Basit malzemeler & Yanlış kavramalara yol açabilir)

BK<sub>5</sub>: Direk kalpten atar damara oradan kılcal ve son olarak toplardamardan kalbe gelişi çok net, açık bir şekilde gözlemlenebiliyor (M5/ Açık-anlaşılır)

Ayrıca BK<sub>12</sub> kodlu öğretmen adayının Model 1'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu temaya ilişkin “Açık-anlaşılır” koduna örnek olarak verilebilir.

basit ama anlaşılır ve etkili olduğunu düşünüyorum.  
Kısa bir süre çok kolaylıkla anlatılabilir.

Yapılandırılmış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

CE<sub>3</sub>: Düzenek tam böyle hani boyutları ebatları gerçekte olduğu gibi hani bizim bildiğimiz gibi olduğu için birde birkaç şey hani bu kılcallardan geçtiğini falan görüyoruz şeyleri görüyoruz kalp de bastığımızda ne oluyor çektiğimizde ne oluyor. Hepsini defalarca gözlemleyebiliyoruz (M5/Açık-anlaşılır & İşlevsel )

CK<sub>2</sub>: Toplardamarda kanın hareketinin kasılmayla sağlandığını göstermek amacıyla kullanılabilir, direk görülüyor modelle (M4/ Açık-anlaşılır)

CK<sub>3</sub>: Bence bu modelle birkaç hortum ve puarla sistemi çok güzel anlatmış oluyoruz (M5/ Basit malzemeler)

Ayrıca, Model 3'e ilişkin CK<sub>1</sub> kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında “Karmaşık” kodunu nitelediği söylenebilir.

güzel fakat tespit olmadan yapılandırıcı bir deney

Buna göre, model oluşturma süreçlerine ilişkin genel olarak katılımcıların “*Basit malzemeler*”, “*Basit kurulum*”, “*Açık/ Anlaşılır*”, “*Karmaşık/ Çelişkili*”, “*İşlevsel*” ve “*Yanlış kavramalara yol açabilir*” kodlarını her bir farklı modelleme sürecinde ortak olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bunun yanı sıra “*Kurulumu zor*” ve “*Uygun maliyet*” kodlarının farklı model oluşturma süreçlerinde en az olarak belirtildiği tespit edilmiştir.

*d) Yapılandırılmamış, Yarı-Yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modellerin Oluşturulmasına İlişkin Alternatif Fikirleri*

Katılımcıların yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modellerin iyileştirilmesine yönelik alternatif fikirleri Tablo 5’ de karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir.

**Tablo 5.** Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış Modellere İlişkin Alternatif Fikirleri

Tema	Kodlar	Sıklık frekansları		
		Yapılandırılmamış	Yarı-yapılandırılmış	Yapılandırılmış
Alternatif fikirler	Farklı malzemeler eklenebilir	7	11	4
	Sağlamlaştırılabilir	7	2	4
	Dış görünüş daha estetik olabilir	15	3	-
	Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir	4	-	1
	Malzemeler şeffaf olabilir	-	3	1
	Gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir	-	8	-
	Daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir	16	-	-
	Otomatik olacak şekilde tasarlanabilir	4	-	-
	Kullanımı kolay malzemeler seçilebilir	-	3	-
	Malzemeler isimlendirilebilir	-	-	3

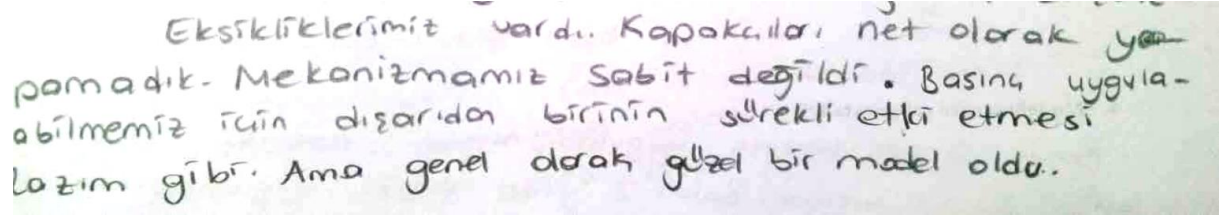
Tablo 5’e bakıldığında yapılandırılmamış model oluşturan gruplar “*Daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir (f= 16)*”; yarı-yapılandırılmış şekilde model oluşturan gruplar “*Farklı malzemeler eklenebilir (f= 11)*” ve yapılandırılmış model oluşturan grupların ise “*Farklı malzemeler eklenebilir (f= 4)*” ve “*Sağlamlaştırılabilir (f=4)*” kodlarını en çok ifade ettikleri görülmektedir. Yapılandırılmamış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirlerine yönelik doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

AE<sub>4</sub>: Eksik kısmı bence kılcallardaki dallanma olacaktı. Onu da kılcal için daha küçük hortumlar ilave edilerek daha çok dallanma yapılabilirdik (M5/ Farklı malzemeler eklenebilir)

AE<sub>1</sub>: Ne yaparsak yapalım bir miktar su kenarlardan sızıyor, onu önleyecek şekilde yapılabilir.” ifadesi (M2/ Sağlamlaştırılabilir)

AE<sub>6</sub>: Aslında yüzey alanını daha fazla boru kullanarak artmasını gösterebilirdik böyle hani daha fazla kılcal damar bir atardamardan çıkacak şekilde olabilirdi (M5/ Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir)

Ayrıca, AK<sub>4</sub> kodlu öğretmen adayının Model 4'e yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade “Sağlamlaştırılabilir” koduna örnek olarak verilebilir.



Eksikliklerimiz vardı. Kapakçılı net olarak yapamadık. Mekanizmamız sabit değildi. Basınç uygulayabilmemiz için dışarıdan birinin sürekli etki etmesi lazım gibi. Ama genel olarak güzel bir model oldu.

Yarı-yapılandırılmamış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirlerine yönelik doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

BE<sub>1</sub>: Hortumlar yerinden oynayabiliyor böyle vidalı gibi bir sistem oluşturulabilir daha farklı malzemelerle böylelikle daha stabil olmuş olur sistemimiz (M4/ Farklı malzemeler eklenebilir & Sağlamlaştırılabilir)

BK<sub>5</sub>: Puar değil de yapı olarak kalbe daha çok benzeyen bir şey kullanılarak yapılabilir (M5/ Gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir)

BK<sub>9</sub>: Hortumları sıkılamak güç gerektiriyor onun yerine daha kolay sıkılan malzemeler eklenebilir (M4/ Kullanımı kolay malzemeler seçilebilir)

Yapılandırılmış model oluşturan grupların oluşturdukları modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirlerine yönelik doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

CK<sub>7</sub>: Karıncık ve kulakçıkların karışmaması üzerine bir şey yapıştırılabilirdi hani şu karıncık ondan kan işte gidiyor falan diye (M2/ Malzemeler isimlendirilebilir)

CK<sub>9</sub>: Hani üç kapakçıklı yapıyı gösterebileceğimiz şekilde malzemeler olabilir (M2/ Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir)

CK<sub>10</sub>: Bence musluğa bağlı bir sistem oluşturursak su devamlı geleceği için daha rahat gözlemleyebiliriz (M3/ Farklı malzemeler eklenebilir)

CK<sub>7</sub>: Mesela hortumlar şeffaf olsaydı daha iyi olurdu. Çünkü kırmızı hortumlar mesela kanla aynı renk olduğu için direk görülemeyebiliyor (M4/ Malzemeler şeffaf olabilir)

Genel olarak bakıldığında “Farklı malzemeler eklenebilir” ve “Sağlamlaştırılabilir” kodlarının farklı modelleme süreçlerinde ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Bununla birlikte “Kullanımı kolay malzemeler seçilebilir”, “Malzemeler isimlendirilebilir” ve “Sağlamlaştırılabilir” kodlarının gruplar tarafından alternatif fikirler temasında en az belirtildiği görülmektedir.

e) Yapılandırılmamış ve Yarı-Yapılandırılmış Modelleme Süreçlerinin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri

Öğretmen adaylarının yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış modelleme süreçlerinin özgünlüğüne ilişkin görüşleri Tablo 6’ da karşılaştırmalı olarak belirtilmiştir. Yapılandırılmış



olarak modelleme çalışmaları yapan grupların bu sürece ilişkin özgünlük teması doğrultusunda görüşleri olmadığından belirtilmemiştir.

**Tablo 6.** Öğretmen Adaylarının Yapılandırılmamış ve Yarı-yapılandırılmış Modelleme Sürecinin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri

Tema	Kodlar	Sıklık frekansları (%)	
		Yapılandırılmamış	Yarı-yapılandırılmış
Özgünlük	Kısa sürede oluşturmak	7	2
	Farklı fikirler üretmek	7	9
	Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek	11	-
	Farklı malzemeler kullanmak	16	-
	Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak	7	-
	Aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak	1	-
	Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek	-	4
	Diğer gruplardan farklı yapmak	-	3
	Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak	-	2

Tablo 6' ya göre yapılandırılmamış şekilde model oluşturan katılımcıların “*Farklı malzemeler kullanmak* (f= 16)” kodunu; yarı-yapılandırılmış şekilde model oluşturan katılımcıların ise “*Farklı fikirler üretmek* (f= 9)” kodunu en çok özgünlük teması içerisinde belirttikleri görülmektedir. Bununla birlikte yapılandırılmamış şekilde model oluşturan grupların süreç ile ilgili daha fazla sayıda ve farklı kodlar belirttikleri görülmektedir. Yapılandırılmamış model oluşturan grupların modelleme sürecindeki özgünlüğe ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

AK<sub>5</sub>: *Emzik bile kullandık, hani emzik yani sonuçta bebekler için ama elastik ve biraz sert olduğu için onu bile kullandık.* (M5/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak)

AK<sub>8</sub>: *Son dakikada bulaşık deterjanının kapağından kapakçığı oluşturmaya çalıştık o çok iyiydi bence* (M2/ Kısa sürede oluşturmak)

AK<sub>3</sub>: *Daha önceki modelde balonu damar olarak kullanmıştık ama burada balonu akciğer olarak kullandık* (M6/ Aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak)

Yarı-yapılandırılmamış model oluşturan grupların modelleme sürecindeki özgünlüğe ilişkin görüşlerinden doğrudan alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

BK<sub>4</sub>: *O şeffaf dosya köşesi için o kadar çok şey düşündük ki hatta bir ara bilyeye bile geçirdik onu, küçük bir şeyin bile nasıl kullanılabiliriz diye o kadar şey denedik* (M2/ Farklı fikirler üretmek)

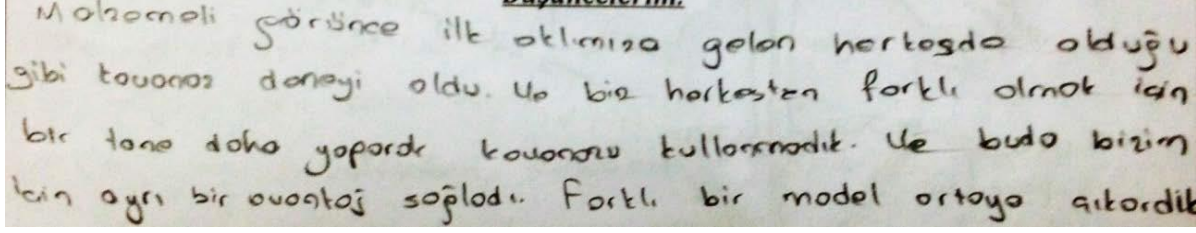
BK<sub>5</sub>: *Balonu şırınganın içerisine geçirmeyi düşünmek bence yaratıcı olan kısımdı* (M6/ Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek)

BK<sub>10</sub>: *Tipaları ve ona uygun olacak şekilde bilyeleri yerleştirmeyi düşünmek yaratıcıydı bence* (M4/ Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak)

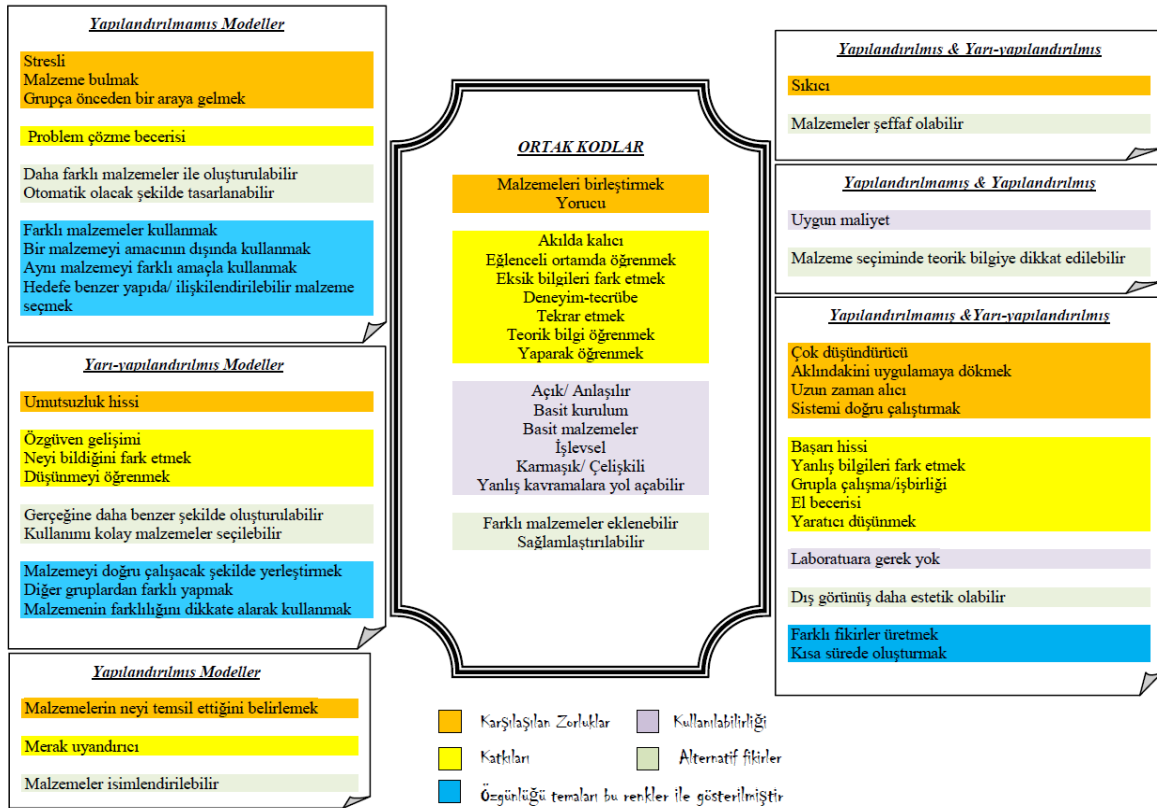
BK<sub>3</sub>: *Yani çok kısa sürede hemen oluşturduk. Bu kadar kısa sürede malzemeleri birleştirmek yaratıcıydı bence* (M5/ Kısa sürede oluşturmak)



Ayrıca, BK<sub>16</sub> kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade bu modelin “Diğer gruplardan farklı yapmak” koduna örnek olarak verilebilir.



Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan grupların özgünlük temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde “Kısa sürede oluşturmak” ve “Farklı fikirler üretmek” kodlarını ortak olarak belirttikleri görülmektedir. Bununla birlikte yapılandırılmamış şekilde model oluşturan grupların “Aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak” kodunu; yarı-yapılandırılmış şekilde model oluşturan grupların ise “Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak” kodunu” en az ifade ettikleri görülmektedir. Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modellere ilişkin süreçte belirtilen kodların karşılaştırılması Şekil 2’de ayrıca gösterilmiştir.



Şekil 2. Yapılandırılmış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmamış Modelleme Sürecinin Karşılaştırılması

## Sonuç ve Tartışma

Bu araştırma, yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere farklı süreçlerde üç boyutlu model oluşturulmasına ilişkin fen bilgisi öğretmen adaylarının görüş ve deneyimlerinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Birincil veri toplama aracı olarak kullanılan odak grup görüşmelerinin sonuçlarına göre bütün bu gruplarda modellerin oluşturulması sürecinde ortak olarak “*karşılaşılan zorluklar*”, “*katkıları*”, “*kullanılabilirlik*” ve “*alternatif fikirler*” olmak üzere dört ana tema ortaya çıkmıştır. Bunun dışında yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplar arasında ortak olarak “*özgünlük*” temasının ortaya çıktığı görülmektedir.

*Karşılaşılan zorluklar* temasında tüm gruplar tarafından “malzemeleri birleştirmek” ve “yorucu” kodunun ortak olduğu görülmektedir. Yapılandırılmamış model oluşturan alt gruplar tarafından “stresli”, “malzeme bulmak” ve “grupça önceden bir araya gelmek” kodlarının; yarı-yapılandırılmış model oluşturan alt gruplar tarafından “umutsuzluk hissi” kodunun; yapılandırılmış model oluşturan alt gruplar tarafından ise “malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek” kodunun sadece o gruplar tarafından ifade edildiği görülmektedir. Sıklıklarına göre kıyasladığımızda “aklındakini uygulamaya dökmek”, “sistemi doğru çalıştırmak” kodlarının yapılandırılmamış model oluşturan gruplarda; “sistemi doğru çalıştırmak” ve “çok düşündürücü” kodlarının yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplarda ve “malzemeleri birleştirmek” kodunun yapılandırılmış model oluşturan gruplarda en fazla tekrarlandığı belirtilmektedir. En az ise “uzun zaman alıcı”, umutsuzluk hissi” ve “yorucu” kodlarının sırasıyla yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış gruplar tarafından ifade edildiği belirlenmiştir.

*Katkıları* teması altında yer alan kodlar incelendiğinde “akılda kalıcı”, “eğlenceli ortamda öğrenmek”, eksik bilgileri fark etmek”, “deneyim-tecrübe”, “tekrar etmek”, teorik bilgi öğrenmek” ve “yaparak öğrenmek” kodlarının bütün gruplar tarafından ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Bununla dışında “problem çözme becerisi” kodunun sadece yapılandırılmamış model oluşturan alt gruplar tarafından; “özgüven gelişimi”, “neyi bildiğini fark etmek” ve “düşünmeyi öğrenmek” kodlarının sadece yarı-yapılandırılmış model oluşturan alt gruplar tarafından; “merak uyandırıcı” kodunun ise sadece yapılandırılmış model oluşturan alt gruplar tarafından ifade edildiği görülmektedir. Sıklıklarına göre karşılaştırıldığında ise “teorik bilgi öğrenmek” kodu bütün gruplar tarafından en çok tekrarlandığı; yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplar tarafından ise ayrıca “akılda kalıcı” ve “eğlenceli ortamda öğrenmek” kodlarının en çok tekrarlandığı belirlenmiştir. Son

olarak ise “düşünmeyi öğrenmek”, “yaratıcı düşünmek”, “deneyim-tecrübe” ve “el becerisi” kodlarının bu tema altında en az vurgulandığı görülmektedir. Modellemeye ilişkin karşılaşılan zorluklar ve katkıları altında belirtilen pek çok kodun çeşitli araştırma sonuçlarında da ortak olarak belirtilmesi bu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir (Akgün, Çiltaş, Deniz, Çiftçi, & Işık, 2013; Harman, 2012; Işık & Mercan, 2015).

*Kullanılabilirlik* teması içerisinde yer alan kodlar incelendiğinde “açık-anlaşılır”, “basit kurulum”, “basit malzemeler”, “işlevsel”, “karmaşık-çelişkili” ve “yanlış kavramalara yol açabilir” kodlarının bütün gruplar tarafından ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Yapılandırılmamış ve yapılandırılmış model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak “uygun maliyet” kodunun; yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmamış model oluşturan alt gruplar tarafından “laboratuara gerek yok” kodunun ortak olarak ifade edildiği görülmüştür. Bunun yanı sıra herhangi bir grup tarafından üç boyutlu modellerin kullanılabilirliği teması altında sadece o gruba özgü olarak yer alan herhangi bir koda rastlanmamıştır. Sıklıkları açısından incelendiğinde ise “basit malzemeler” kodunun sırasıyla yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış modelleme gruplarında en çok belirtildiği görülmektedir. Gobert (2000) tarafından modellerin betimlediği sistemin basitleştirilmiş temsilleri olduğunun belirtilmesi ve Treagust (2002) tarafından modellemenin bir konunun açık ve anlaşılır hale getirilmesi olarak belirtilmesi kullanılabilirlik temasını destekleyici ifadeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Üç boyutlu modellerin iyileştirilmesine ilişkin *alternatif fikirler* temasında belirtilen kodlar incelendiğinde “farklı malzemeler eklenebilir” ve “sağlamlaştırılabilir” kodlarının bütün modelleme gruplarında ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Sadece yapılandırılmamış model oluşturan alt gruplar tarafından “daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir”, “otomatik olacak şekilde tasarlanabilir” kodlarının; sadece yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplar tarafından “gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir”, “kullanımı kolay malzemeler seçilebilir” kodlarının ve sadece yapılandırılmış model oluşturan alt gruplar tarafından ise “malzemeler isimlendirilebilir” kodunun sadece o gruplar tarafından belirtildiği belirlenmiştir. Bu tema altında ise en çok “daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir”, “dış görünüşü daha estetik olabilir” ve “farklı malzemeler eklenebilir” kodlarının yer aldığı görülmektedir. Berber ve Güzel (2009)’un çalışmalarında fen bilgisi ve matematik bölümü öğretmen adaylarının bilimsel bir olguyu açıklayan çok sayıda model oluşturulabileceğini belirtmeleri bu çalışmada modellerin iyileştirilmesine ilişkin çıkan alternatif fikirler teması altındaki kodları destekler niteliktedir.

Son tema olan *özgünlük* teması altındaki kodlar incelendiğinde “farklı fikirler üretmek” ve “kısa sürede oluşturmak” kodlarının yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan gruplarda ortak olduğu görülmektedir. Bunun dışında “farklı malzemeler kullanmak”, “bir malzemeyi amacının dışında kullanmak”, “aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak” ve “hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek” kodunun sadece yapılandırılmamış model oluşturan alt gruplar tarafından ifade edildiği belirlenmiştir. Benzer şekilde “malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek”, “diğer gruplardan farklı yapmak” ve “malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak” kodlarının sadece yarı-yapılandırılmış model oluşturan alt gruplara özgü olduğu tespit edilmiştir. Arslan ve Doğru (2013) modelleme ve yapılandırmacı yaklaşımın öğrencilerin yaratıcılık düzeylerine etkisini karşılaştırdığı araştırmasında öğrencilerin yaratıcılığını olumlu şekilde etkilediğini bulmuştur. Buna göre araştırmada yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış modeller oluşturan gruplarda özgünlüğe ilişkin kodların üretilmesi bu bulgu ile paralel olduğu düşünülebilir.

Özetle, bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının laboratuardaki deney tekniklerine benzer şekilde açık uçludan kapalı uçluya doğru bir şekilde model oluşturmalarına ilişkin görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda katılımcılar farklı alt gruplar halinde yapılandırılmamış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç farklı süreçte insanda solunum ve dolaşım sistemi ünitelerine ilişkin altı model üretilmişlerdir. Bütün bu süreçlerin ortak özelliği olarak modelleme aktivitelerinin teorik bilgi öğrenmeyi desteklediği, bilgilerin akılda kalıcı olmasını desteklediği, eksik bilgilerin farkına varılmasını sağladığı, yaparak öğrenmeyi sağladığı ve eğlenceli ortamda öğrenmeyi desteklediğinin belirtildiği görülmektedir. Olumsuz olarak ise modelleme aktivitelerinde malzemeleri birleştirmenin zor ve yorucu olması dikkat çekici bir sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte modelleme aktivitelerinde oluşturulan modellerin basit bir şekilde kurulabilmesi, açık/anlaşılır olması, basit malzemelerden oluşması gibi özellikleri eğitim öğretim ortamlarında kullanılabilirlikleri için birer neden olarak ön görülebilir. Oluşturulan modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler incelendiğinde ise daha sağlam olacak şekilde oluşturulması ve farklı malzemeler ilave edilerek zenginleştirilebileceği ortak olarak karşımıza çıkmaktadır. Farklı modelleme süreçleri karşılaştırıldığında ise yapılandırılmamış şekilde model oluşturan alt gruplarda bütün temalarda en çok kod ortaya çıktığı belirlenmiştir.

## Öneriler

Araştırma sonuçları doğrultusunda genel olarak bir problem doğrultusunda modellerin oluşturulması sürecinde yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış modellemenin çeşitli zorluklar içermesine rağmen yapılandırılmış modellemeye göre sınıf ortamında tercih edilebileceği düşünülmektedir. Bu doğrultuda gelecek araştırmalarda bu süreçlerin farklı ünite ve sınıf seviyelerinde çeşitli değişkenlere etkisini inceleyen araştırmalar tasarlanabilir. Ayrıca araştırmada üç farklı modelleme grubunda farklı katılımcılar yer almaktadır. Gelecekteki araştırmalarda aynı gruba yapılandırılmamıştan yapılandırılmışa doğru modelleme aktiviteleri yapılarak aynı katılımcıların farklı uygulamalar üzerindeki görüş ve düşünceleri araştırılabilir. Araştırmada en çok karşılaşılan zorluklardan bir tanesinin de birbirine tam uyumlu malzemelerin bulunması olduğu dikkate alındığında 3 boyutlu yazıcılar ile bu durumun çözümüne yönelik çalışmalar yapılabilir. Bununla birlikte MEB (2017) müfredatına mühendislik tasarım becerileri bileşeninin eklenmesi ve STEM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) eğitiminde tasarım ve inşa etmenin önemli bir yer tutması sebebiyle; STEM etkinliklerinin yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış gibi farklı süreçlerde tasarlanmasının etkililiği de ayrıca araştırılabilir.

## Kaynakça

- Achieve, Inc. (2013). *Next generation science standards*. The National Academies Press. Retrieved August 8, 2013, from <http://www.nextgenscience.org/nextgeneration-science-standards>.
- Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2013(12), 1-34.
- Arslan, A., & Doğru, M. (2013). Modellemeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin anlama, hatırd tutma, yaratıcılık düzeyleri ile zihinsel modelleri üzerine etkisi. *Mediterranean Journal of Humanities*, 4(2), 1-17. <https://doi.org/10.13114/MJH.201428425>.
- Boo, H. K., & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students'(aged 16–18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science education*, 85(5), 568-585. <https://doi.org/10.1002/sce.1024>.
- Gobert, J. D., & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894. <https://doi.org/10.1080/095006900416839>.

- Berber, N. C., & Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Devetak, I., Hajzeri, M., Glažar, A. S., & Vogrinec, J. (2010). The influence of different models on 15-years oldstudents' understanding of the solidstate of matter. *Acta Chimica Slovenica*, 57, 904-511.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Esendemir, G. (2014). Effect of physical modeling and computer animation implemented with social constructivist instruction on understanding of human reproductive system. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Falk, A., & Brodsky, L. (2013). Incorporating models into science teaching to meet the next generation science standards. *Science Scope*, 37(1), 61-69.
- Ferreira, P. F. M., & Justi, R. D. S. (2008). Modelagem e o “fazerciência”. *Química nova naescola*, 28, 32-36.
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-basedteaching in scienceeducation* (Vol. 9). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>.
- Giuliodori, M. J.,Lujan, H. L., Briggs, W. S., & DiCarlo, S. E. (2009). A model of locomotor-respiratory coupling in quadrupeds. *Advances in physiologyeducation*, 33(4), 315-318.
- Halloun, I. A. (2006). *Modeling theory in science education* (Vol. 24). Springer, Dordrecht. Netherlands.
- Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi. *X.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 27-30 Haziran 2012, Niğde.
- Henze, I., van Driel, J. H., &Verloop, N. (2007). Science teachers' knowledge about teaching models and modelling in the context of a new syllabus on public understanding of science. *Research in ScienceEducation*, 37(2), 99-122. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9017-6>.
- Işık, A., & Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme



- hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1835-1850.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>.
- Justi, R., & Gilbert, J. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of science education*, 25(11), 1369-1386. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070324>.
- Kalkan, H., & Türk, C. (2012). Bilim merkezleri ve planetaryumların eğitimdeki yeri ve önemi. *Uluslararası Katılımlı Türkiye Bilim Merkezleri Sempozyumu*, 4-5 Mayıs 2012, Bursa.
- Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching? *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 535-560. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9248-x>.
- Lazarowitz, R., & Naim, R. (2013). Learning the cell structure with three-dimensional models: Students' achievement by methods, type of school and questions' cognitive level. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 500-508. <https://doi.org/10.1007/s10956-012-9409-5>.
- Louca, L. T., & Zacharia, Z. C. (2012). Modeling-based learning in science education: cognitive, metacognitive, social, material and epistemological contributions. *Educational Review*, 64(4), 471-492. <https://doi.org/10.1080/00131911.2011.628748>.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. T., & Constantinou, C. P. (2011). Inquest of productive modeling-based learning discourse in elementary school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 919-951. <https://doi.org/10.1002/tea.20435>.
- Maia, P. F., & Justi, R. (2009). Learning of chemical equilibrium through modelling-based teaching. *International Journal of Science Education*, 31(5), 603-630. <https://doi.org/10.1080/09500690802538045>.
- Malone, K. L. (2006). A comparative study of the cognitive and meta cognitive differences between modeling and non-modeling high school physics students. *Unpublished Ph.D Thesis*, Department of Psychology Center for Innovation in Learning, Carnegie Mellon University.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9176-3>.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- National England Curriculum (NEC). (2013). *The National Curriculum in England*, Keystages 1 and 2 Framework Document.
- National Research Council (NRC) (2012). A framework for K-12 science standards: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Academy of the Sciences.
- National Science Teachers Association (NSTA). (2012). *NSTA Recommendations on NGSS* May 11 Public Draft. Retrieved from NSTA's website <http://www.nsta.org/about/standardsupdate/recommendations2.aspx>.
- Next Generation Science Standards (NGSS). (2013). Next generation science standards for states, by states. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>.
- Oh, P. S., & Oh, S. J. (2011). What teachers of science need to know about models: An overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.502191>.
- Rotbain, Y., Marbach-Ad, G., & Stavy, R. (2006). Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500-529. <https://doi.org/10.1002/tea.20144>.
- Sadi, Ö. (2010). Bilişsel ve güdüsel değişkenler ile geleneksel ve öğrenme evresi sınıflarındaki öğrencilerin insanda dolaşım sistemi başarıları arasındaki ilişki. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sandmann, A., & Haugwitz, M. (2010). Collaborative modelling of the vascular system – designing and evaluating a new learning method for secondary students. *Journal of Biological Education*, 44(3), 136-140. <https://doi.org/10.1080/00219266.2010.9656210>.
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science education*, 91(1), 158-186. <https://doi.org/10.1002/sce.20177>.
- Schwarz, C., & Passmore, C. (2012). Preparing for the next generation science standards—developing and using models. National Science Teachers Association Webinar. [http://learningcenter.nsta.org/products/symposia\\_seminars/Ngss/webseminar6.aspx](http://learningcenter.nsta.org/products/symposia_seminars/Ngss/webseminar6.aspx).

- Shen, J., Lei, J., Chang, H. Y., & Namdar, B. (2014). Technology-enhanced, modeling-based instruction (TMBI) in science education. *In Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 529-540). Springer, New York, NY.
- Sikošek, D., & Žuželj, M. (2013). Using chemical models for developing natural science competences in teaching chemistry: from pupils as model assemblers to pupils as creators of self-made models. *Problems of Education in the 21st Century*, 53, 89-98.
- Smith, A. M. (1999). A model circulatory system for use in undergraduate physiology laboratories. *Advances in Physiol Edu*, 22(1), 92-99. <https://doi.org/10.1152/advances.1999.277.6.S92>.
- Sternberg, R. J., & Grigorenko, E. L. (2007). *Teaching for successful intelligence: To increase student learning and achievement*. Corwin Press.
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690110066485>.
- Türk, C., & Kalkan, H. (2017). The effect of teaching astronomy with models on students' achievements and attitudes. *Journal of Current Researches on Educational Studies*, 7(2), 185-204. <https://doi.org/10.26579/jocures-7.2.12>.
- Ünal Çoban, G. (2009). Modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisi: 7. sınıf ışık ünitesi örneği, *Yayımlanmamış doktora tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Windschitl, M. (2012). Ambitious teaching as the “new normal” in American science classrooms: How will we prepare the next generation of professional educators. *Lecture, Pennsylvania State University*.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yurdatapan, M., & Şahin, F. (2013). DNA kavramları ile ilgili animasyon ve model kullanılmasının fen bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin öğrenmelerine etkisi. *Electronic Turkish Studies*, 8(8), 2303-2313.

## EKLER

## Ek 1. Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış modelleme gruplarına verilen etkinlik kağıtları

**Yapılandırılmamış Modelleme Kağıdı**

**Problem:**1900'lü yıllarda yaşayan mühendis Osman Bey bir süredir göğsünün sol kısmındaki kısa süreli ağrılardan, egzersiz sırasında öksürmekten ve nefes darlığı çektiğinden şikâyet etmektedir. Bunun için doktor olan çocukluk arkadaşı Fatih'e danışır ve o da EKG, eko kardiyogram, göğüs filmi ve anjiyografi gibi birtakım tetkikler yaptıktan sonra arkadaşının kalp kapakçıklarında bir problem olduğunu teşhis eder. Araştırmaları sonucunda, insan tarafından yapılan, doğal organın yerine insan vücudu içersine yerleştirilen ya da insan vücudu dışında olup bağlantıları sayesinde, insan vücuduna bağlanabilen aygıtların yapay organ olarak nitelendirildiğini öğrenen Osman birlikte yapay bir kalp geliştirmek için çalışmalarına başlarlar. Bunun için ilk aşama olarak kalbin sol karıncığında bulunan kanın, kalp kasının kasılması ile aort atardamarına çıkmasını sağlayan ve bununla birlikte karıncık gevşediğinde kanın karıncığa geri akmasını engelleyen bir düzenek kurmaları gerekmektedir. Onlara yardımcı olmak isterseniz nasıl bir model tasarladınız?


**Malzemeler:**

- a)500ml renklendirilmiş su(kırmızı),
- b)ve i) 2 adet beher,
- c)1 adet bilye,
- d)Huni (büyük boy)
- e)1 adet büyük balon
- f)Huni deliğine uyumlu bir adet lastik hortum
- g)Şeffaf dosya köşesi

**Yapılışı:**

- 1.Huniyi alt kısmından yaklaşık 3cm yukarısından deliniz. Açağınız delik kullanacağınız lastik hortuma (f) uyumlu olacak şekilde olmalıdır. Daha sonra lastik hortumu açtığınız bu delikten geçirecek bant ve yapıştırıcı ile sabitleyiniz.
- 2.Hununin içerisine bilyeyi (c) koyunuz.
- 3.Balonun (e) ağız kısmından bir miktar keserek huninin ağız kısmına geçirecek sabitleyiniz.
- 4.Lastik hortumun dışarıda kalan ucuna şeffaf dosya köşesini (g) katlanma olmadan yerleştiriniz. Bunun için şeffaf bant kullanabilirsiniz. Yaptığınız işlemler sonucunda aşağıdaki düzeneği oluşturmuş olmanız gerekmektedir.
- 5.Bu düzeneğin huni bulunan ucunu, içerisnde gıda boyası ile renklendirilen su bulunan behere, şeffaf dosya bulunan ucunu, renksiz su bulunan beherin içerisine daldırınız.Böylelikle modeliniz kullanıma hazır hale gelmiş olacaktır.
- 6.Balonu huninin içerisine bastırıp çekerek sıvıların hareketi gözlemlenir.

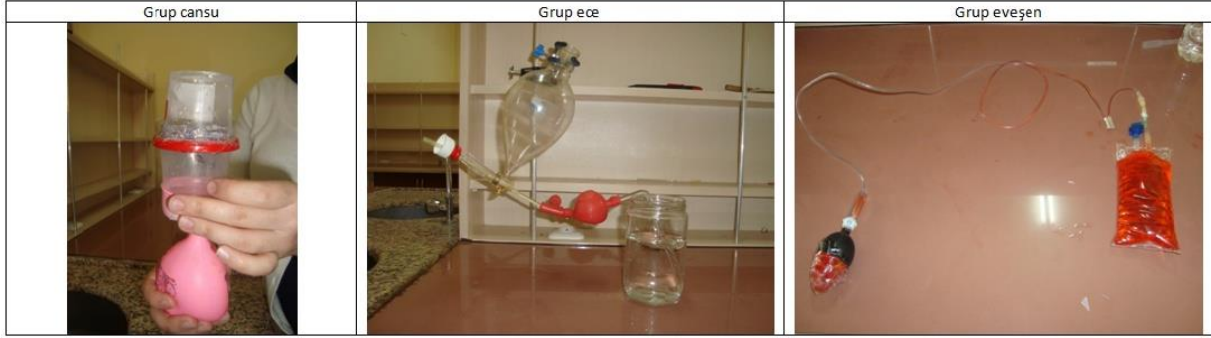
**Model düzeneği**



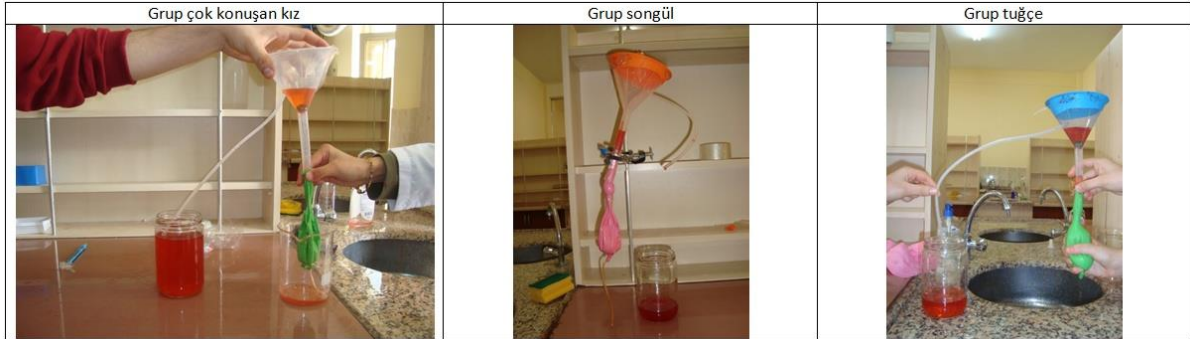
Yarı-yapılandırılmış Modelleme

Yapılandırılmış Modelleme Kağıdı

**Ek 2.** Yapılandırılmamış (a) ve yarı-yapılandırılmış (b) modelleme gruplarında oluşturulan kalp kapakçıkları modelleri



**a)** Yapılandırılmamış gruplar tarafından oluşturulan kapakçık modelleri



**b)** Yarı-yapılandırılmış gruplar tarafından oluşturulan kapakçık modelleri