

**T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı**

**3D MODEL TASARLAMANIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARI, PROBLEM
ÇÖZME BECERİLERİ, BİLİMSEL YARATICILIKLARI VE
SÜRECE YÖNELİK ALGILARINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**Eda DEMİRHAN
(Doktora Tezi)**

İstanbul-2015

**T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Ana Bilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı**

**3D MODEL TASARLAMANNIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN
ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARI, PROBLEM
ÇÖZME BECERİLERİ, BİLİMSEL YARATICILIKLARI VE
SÜRECE YÖNELİK ALGILARINA ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**

**Eda DEMİRHAN
(Doktora Tezi)**

**Danışman
Prof. Dr. Fatma ŞAHİN**

İstanbul-2015

**Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2015**

TC
Marmara Üniversitesi
İlköğretim Anabilim Dalı
Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı

Eda DEMİRHAN tarafından hazırlanan "3D MODEL TASARLAMANIN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ AKADEMİK BAŞARILARINA, PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE, BİLİMSEL YARATICILIKLARINA VE SÜRECE YÖNELİK ALGILARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ" başlıklı bu çalışma 24.02.2015 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu başarılı bulunarak jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

İmzalar

Danışman : Prof. Dr. Fatma ŞAHİN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Semai TUZCUOĞLU



Üye : Yrd. Doç. Dr. Mehtap YILDIRIM



Üye : Doç. Dr. Şenol BEŞOLUK



Üye : Doç. Dr. Filiz KABAPINAR



ÖZGEÇMİŞ

- 1999 Ali Dilmen Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi
- 2003 Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans
- 2007 Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı Yüksek Lisans
- 2010 Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Fen Bilgisi Öğretmenliği Bilim Dalı Doktora Programı

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Görev Yaptığı Kurum: Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi

E-Posta: edemirhan@sakarya.edu.tr

ÖNSÖZ

Her araştırmanın bir ekip işi olduğunu derinden hissettiğim bu araştırma sürecinde çok güzel bir ekip ruhu ile değerli hocalarım, arkadaşlarım ve öğrencilerimle bu araştırmayı gerçekleştirdik. Sahip olduğum ekip nedeni ile çok şanslıyım ve bu süreçte destek olan birçok kişiye şükran borçluyum. Öncelikle bu araştırma konusunun seçiminde bana öncülük ederek yapabileceğim konusunda beni cesaretlendiren, yönlendiren değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Fatma ŞAHİN'e çok teşekkür ederim. Araştırma sürecinin her aşamasında desteğini, bilgisini, yardımlarını esirgemeyerek karşılaştığım sorunlar için bulduğu pratik çözümleri ile hayran olduğum ve akademik açıdan beni yetiştiren değerli hocam Doç. Dr. Şenol BEŞOLUK'a çok teşekkür ederim. Araştırmanın her aşamasını özenle takip ederek çok değerli katkılar sağlayan Yrd. Doç. Dr. Semai TUZCUOĞLU ve Yrd. Doç. Dr. Mehtap YILDIRIM'a çok teşekkürler. Ayrıca Doç. Dr. Filiz KABAPINAR'a katkılarından dolayı çok teşekkür ederim. Desteklerini her zaman hissettiğim ve araştırmaya verilerinin nasıl çözümlenmesi ve yorumlanması gerektiği konusunda uzun uzun değerlendirmeler yaptığımız Doç. Dr. İsmail ÖNDER ve Doç. Dr. Canan LAÇİN ŞİMŞEK'e şükran borçluyum.

Araştırmanın deneysel kısmında keşke benden bir tane daha olsa diye düşündüğüm her an yanımda olarak ikinci bir ben olan değerli eski öğrencim ve yeni arkadaşım Fatih ŞAFAK'a özellikle çok teşekkür ederim. Ayrıca Osman BÜYÜKGENÇ ve Alper ÇORAPÇIGİL'e de emeklerinden dolayı çok teşekkür ederim. Bu süreçte her zaman destek olan en değerli arkadaşım Öğrt. Gör. Dr. A. Nesibe KÖKLÜKAYA'ya özel olarak teşekkür ederim.

Bu çalışmada gönüllü bir şekilde yer alarak araştırmanın sorunsuz bir şekilde yürütülmesini sağlayan değerli öğrencilerim, benim için hep çok özel olarak kalacaksınız, sizlere sonsöz teşekkürler.

Varlıkları ile beni her daim güçlü kılan annem, babam ve verilerin çözümlenmesi sürecinde iş yükümü yarı yarıya indiren canım ablam iyi ki varsınız.

Son olarak "Yurt içi Doktora Burs Programı" kapsamında doktora eğitimim süresince maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

Eda DEMİRHAN

ÖZET

Bu araştırmanın iki temel amacı bulunmaktadır. Birinci amaç olarak yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturmanın ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının insanda dolaşım ve solunum sistemi ünitelerine ilişkin akademik başarıları, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisini incelemektir. İkinci amaç ise yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçlerinde öğretmen adaylarının yaşadıkları deneyimlerin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Karma desenlerden iç içe gömülü desen çerçevesinde düzenlenen bu araştırmanın nicel kısmı ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen; nitel kısmı ise durum çalışması desen temel alınarak çalışılmıştır.

Araştırmada Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol olmak üzere dört farklı deneysel işlem grubu bulunmaktadır. Deney 1 grubu yapılandırılmamış 3D modeller, Deney 2 grubu yarı-yapılandırılmış 3D modeller, Deney 3 grubu yapılandırılmış 3D modeller oluşturmuş ve Kontrol grubunda ise geleneksel öğretim uygulanmış ve herhangi bir model oluşturulmamıştır. Araştırmanın nicel çalışma grubunu Deney 1 grubunda 25 ve diğer bütün gruplarda 21'er olmak üzere toplam 88 ikinci sınıf öğretmen adayı oluşturmaktadır. Nitel olarak çalışılan grup ise Deney 1, Deney 2 ve Deney 3 grubunda yer alan öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Araştırmada nicel veri toplama araçları olarak iki aşamalı akademik başarı testi, problem çözme becerileri envanteri, bilimsel yaratıcılık ölçeği kullanılmıştır. Nitel veri toplama araçları olarak ise birincil veri toplama kaynağı olarak odak grup görüşmeleri ve bunun yanı sıra video kayıtları ve öğretmen adayların tarafından doldurulan modellere yönelik etkinlik dokümanları kullanılmıştır. Nicel veriler iki yönlü varyans analizi (Split Plot ANOVA) ve kovaryans analizi (ANCOVA) ile analiz edilirken; nitel veriler içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı analiz yöntemleri birlikte kullanılarak analiz edilmiştir.

Araştırmanın sonuçlarına göre Deney 1, Deney 2 ve Deney 3 grubunun iki aşamalı akademik başarı son test puan ortalamaları Kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca Deney 1 ve Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının akademik başarı son testi puan ortalamaları Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarından anlamlı derecede yüksektir. Kalıcılık testine ilişkin sonuçlar

incelendiğinde ise Deney 1 ve Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının kalıcılık testi puan ortalamaları hem Deney 3 ve hem de Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarınınkinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Problem çözme becerilerine ilişkin sonuçlara bakıldığında ise Deney 1 ve Kontrol gruplarının son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında Deney 1 grubu lehine ve ayrıca Deney 2 ve Kontrol grupları arasında Deney 2 grubu lehine istatistiksel anlamlı farklılık bulunmuştur. Bilimsel yaratıcılık testine ilişkin yapılan analizle sonucunda ise herhangi bir grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Araştırmanın nitel sonuçlarına bakıldığında ise öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturmaya ilişkin görüşleri ortak olarak “karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği” ve “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” olmak üzere dört tema altında toplanmıştır. Bunun dışında yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplarda ortak olarak “özgünlük” teması yer almaktadır. Öğretmen adaylarının her bir model oluşturma sürecine ilişkin deneyimleri ayrı başlıklar altında tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Model, fen eğitimi, öğretmen adayı, akademik başarı, problem çözme, bilimsel yaratıcılık, durum çalışması, odak grup görüşmesi

ABSTRACT

There are two main objectives of this research. First objective is to examine the effect of unstructured, semi-structured and structured 3D model generation on the second grade science teacher candidates regarding the circulatory in human and respiratory system units and also academic achievements, problem solving skills and scientific creativity. Secondly, intending to reveal prospective teachers experiences' during the processes of unstructured, semi-structured and structured 3D model generation. Quantitative part of this research includes preliminary test-post semi-empirical check test pattern within the framework of nested embedded pattern of mixed patterns; qualitative part work was based on case study pattern.

There are four different experimental process groups in the research as Experiment group 1, Experiment group 2, Experiment group 3 and Control group. Experiment group 1 was formed by unstructured 3D models, Experiment group 2 was formed by semi-structured 3D models, Experiment group 3 was formed by configured 3D models and as for Control group no model was formed and traditional teaching was applied. Research' quantitative study group consist of 88 second-grade teacher candidates, 25 of these candidates are from Experiment group 1 and 21 of them respectively from all other groups. Research' qualitative study group consist of candidate teachers in Experiment group 1 Experiment group 2 and experiment group 3. Two-stage academic achievement testing, problem solving skills inventory, scientific creativity scale were used as for quantitative data collection tools in this study,

As a source of primary data collection, focus group interviews and also video recordings and documents for model activity which were filled by candidate teachers were used for qualitative data collection tools. Quantitative data were analyzed by using two-way variance analysis (Split Plot ANOVA) and covariance analysis (ANCOVA); whereas, qualitative data were analyzed by using content analysis and continuous comparative analysis methods.

According to the results of the research, two-stage academic success final test score averages of Experiment group 1 Experiment group 2 and experiment group 3 were statistically significantly higher than the Control group.

Moreover, academic success post test score averages of prospective teachers in Experiment group 1 and 2 were significantly higher than the prospective teachers in Experiment group 3. When the results of the persistence test were examined, it can be understood that persistence test score averages of prospective teachers in Experiment group 1 and 2 was statistically significantly higher than both the Experiment group 3 and Control group. When the results of problem-solving skills were examined, it can be understood that there is a statistically significant differences in favor of the Experiment group 1 as compared the post test score averages of Experiment 1 and Control groups and there is a statistically significant differences in favor of the Experiment group 2 as Experiment group 2 and Control group were compared. There weren't any statistically significant differences among any group as a result of the analysis conducted for the scientific creativity test.

When the results of the qualitative research were examined, prospective teachers' opinions regarding the formation of unstructured, semi-structured and structured 3D model commonly were collected under four themes as "encountered difficulties", "contributions", "availability" and "alternative ideas for improvement". Other than that, originality is the common theme in the unstructured and semi-structured 3D model groups. Prospective teachers' experiences regarding the processes of each model forming were discussed under separate headings.

Key Words: Model, science education, prospective science teacher, academic achievement, problem solving, scientific creativity, case study, focus group interview.

İÇİNDEKİLER

ÖZGEÇMİŞ	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
BÖLÜM I. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi	4
1.3. Varsayımlar	6
1.4. Sınırlılıklar	7
1.5. Tanımlar	7
1.6. Kısaltmalar	8
BÖLÜM II. ALAN YAZIN	9
2.1. Ulusal ve Uluslararası Bağlamda Fen Eğitimi	9
2.2. Model Tanımları.....	11
2.2.1. Modellerin Sınıflandırılmaları.....	15
2.2.2. Modellerin Fen Eğitime Yansımaları	18
2.2.3. Modellerin Fen Sınıflarına Sağladığı Avantajlar ve Sınırlılıklar	22
2.3. Probleme Dayalı Öğrenme	24
2.3.1. Problem ve Problem Çözmenin Tanımı	25
2.3.2. Problem Türleri	27
2.3.3. Probleme Dayalı Öğrenme ve 3D Modellerin Bu Süreçteki Rolü	29
2.4. Bilimsel Yaratıcılık	30
2.4.1. Bilimsel Yaratıcılık Modeli	34
2.4.2. Bilimsel Yaratıcılık ve 3D Modeller	35
2.5. İlgili Araştırmalar	36
2.5.1. Modellere İlişkin Yapılan Deneysel Araştırmalar.....	36
2.5.2. Model Kavramının Algılanmasına İlişkin Yapılan Araştırmalar	42
BÖLÜM III. YÖNTEM	46
3.1. Araştırmanın Modeli	46

3.1.1. Araştırmanın Nicel Deseni	51
3.1.2. Araştırmanın Nitel Deseni	51
3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu	53
3.3. Veri Toplama Araçları	55
3.3.1. Nicel Veri Toplama Araçları	55
3.3.1.1. İki Aşamalı Akademik Başarı Testi	55
3.3.1.1.1. İki Aşamalı Akademik Başarı Testinin Geliştirilmesi	56
3.3.1.2. Problem Çözme Envanteri	64
3.3.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	65
3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları	65
3.3.2.1. Odak Grup Görüşmesi	65
3.3.2.2. Video Kamera Kayıtları	67
3.3.2.3. Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları	68
3.4. Araştırma Süreci	69
3.4.1. Modellerin Hazırlanması ve Pilot Uygulamaları	73
3.4.2. Deney-1 Grubu (Yapılandırılmamış 3D Model) Uygulamaları	75
3.4.3. Deney-2 Grubu (Yarı Yapılandırılmış 3D Model) Uygulamaları	75
3.4.4. Deney-3 Grubu (Yapılandırılmış 3D Model) Uygulamaları	75
3.5. Araştırmacının Konumu ve Rolü	76
3.6. Verilerin Analizi	77
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik	79
BÖLÜM IV. BULGULAR	82
4.1. Nicel Bulgular	82
4.1.1. 3D Modellerin İki Aşamalı Akademik Başarı Testine Etkisine İlişkin Bulgular	84
4.1.2. 3D Modellerin Problem Çözme Becerilerine Etkisine İlişkin Bulgular	89
4.1.3. 3D Modellerin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisine İlişkin Bulgular ..	92
4.2. Nitel Bulgular	95
4.2.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular	96
4.2.1.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturulmanın Zorlukları	98
4.2.1.2. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Katkıları	105
4.2.1.3. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliği	113

4.2.1.4. Yapılandırılmamış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler	120
4.2.1.5. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Özgünlüğü	124
4.2.1.6. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Değerlendirilmesi	129
4.2.2. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular	131
4.2.2.1. Yarı-yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları.....	133
4.2.2.2. Yarı-yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Katkıları.....	138
4.2.2.3. Yarı-yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliği.....	144
4.2.2.4. Yarı-yapılandırılmamış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler	149
4.2.2.5. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Özgünlüğü	153
4.2.2.6. Yarı-yapılandırılmış 3D Modellerin Değerlendirilmesi	157
4.2.3. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular.....	159
4.2.3.1. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları.....	161
4.2.3.2. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Katkıları	165
4.2.3.3. Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliği.....	171
4.2.3.4. Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine ilişkin Alternatif Fikirler	174
4.2.4. Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Karşılaştırılması	177
BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	181
5.1. Sonuç ve Tartışma.....	181
5.1.1. 3D Modellerin İki Aşamalı Başarı Testine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma	181
5.1.2. 3D Modellerin Problem Çözme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma.....	185
5.1.3. 3D Modellerin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma	186
5.1.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 3D Modellerin Oluşturulması Süreçlerine İlişkin Görüşleri.....	187
5.1.4.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri ...	187
5.1.4.2. Yarı-Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri	189
5.1.4.3. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri	190

5.1.4.4. 3D Modellerin Oluşturulması Süreçlerine İlişkin Görüşlerin Karşılaştırılması	192
5.2. Öneriler	1944
5.2.1. Öğretim Elemanlarına Yönelik Öneriler	1944
5.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler	196
KAYNAKLAR	199
EKLER	2222
EK1. İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemine İlişkin İki Aşamalı Akademik Başarı Testi	223
EK2. Odak Grup Görüşme Soruları	228
EK3. Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları	229
EK4. Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Rubrik	248
EK5. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller	249
EK6. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller	255

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Çeşitli Kaynaklara Göre Modellerin Sınıflandırılmasının Özeti.....	16
Tablo 2.2. Harrison ve Treasgust (2000)' a Göre Modellerin Ayrıntılı Sınıflandırılması.....	17
Tablo 2.3. Modellerin Doğası ve Fen Sınıflarında Kullanımı	22
Tablo 2.4. Çeşitli Kaynaklara Göre Bilimsel Yaratıcılığın Bileşenler	33
Tablo 2.5. Modellerle İlgili Çeşitli Deneysel Araştırmalar	41
Tablo 2.6. Modellerin Algılanmasına İlişkin Çeşitli Araştırmalar	45
Tablo 3.1. Araştırmanın Modeli	50
Tablo 3.2. Araştırmanın Nicel Çalışma Grubuna İlişkin Betimsel Bilgiler	54
Tablo 3.3. Araştırmanın Nitel Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı	55
Tablo 3.4. İki Aşamalı Kavram Testinin Birinci Kısımına İlişkin Madde Analiz Sonuçları	60
Tablo 3.5. İki Aşamalı Başarı Testi Madde Analiz Sonuçları	60
Tablo 3.6. İki Aşamalı Kavram Testinin Bütününe Ait Soruların İstatistiksel Değerleri.....	61
Tablo 3.7. İki Aşamalı Testin İkinci Aşamasının Analizinde Kullanılan Kategoriler, Puanlar ve İçerikleri	62
Tablo 3.8. İki Aşamalı Testin Analizinde Kullanılan Kategoriler, Kısaltmalar ve Puanlar.....	64
Tablo 3.9. Araştırma Sürecinde Oluşturulan Modellerin Konusu ve Gruplara Göre Yapılış Zamanları	70
Tablo 4.1. Nicel Verilere İlişkin Betimsel İstatistikler	83
Tablo 4.2. Kolmogorov-Smirnov Testi Sonuçları	83
Tablo 4.3. Grupların Akademik Başarı Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler	84
Tablo 4.4. Grupların Başarı Ön, Son ve Kalıcılık Testleri Puan Ortalamalarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları	85
Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının İki Aşamalı Akademik Başarı Testi Sonuçlarına Göre İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemlerine İlişkin Ortaya Çıkan Yanlış Kavramalar	88

Tablo 4.6. Grupların Problem Çözme Becerileri Ön Testine İlişkin Betimsel İstatistikler	89
Tablo 4.7. Problem Çözme Becerilerine İlişkin İki Faktörlü Varyans Analizi Sonuçları	90
Tablo 4.8. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön Testine İlişkin Betimsel İstatistikler	92
Tablo 4.9. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları	92
Tablo 4.10. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları	93
Tablo 4.11. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları	94
Tablo 4.12. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar	98
Tablo 4.13. Deney 1 grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modeli Oluşturmanın Katkılarına İlişkin Görüşleri	105
Tablo 4.14. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modelin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri	114
Tablo 4.15. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modelin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri	120
Tablo 4.16. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modelin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri	125
Tablo 4.17. Yapılandırılmamış 3D Modellere İlişkin Puanlayıcılar Arasındaki Uyumluluk	129
Tablo 4.18. Uzman ve Araştırmacının Yapılandırılmamış 3D Modellere İlişkin Verdikleri Puan Ortalamaları	130
Tablo 4.19. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar	133
Tablo 4.20. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Katkısına İlişkin Görüşleri	138
Tablo 4.21. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri	145

Tablo 4.22. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri	150
Tablo 4.23. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri	154
Tablo 4.24. Yarı-Yapılandırılmamış 3D Modellere İlişkin Puanlayıcılar Arasındaki Uyumluluk	157
Tablo 4.25. Uzman ve Araştırmacının Yarı-yapılandırılmış 3D Modellere İlişkin Verdikleri Puan Ortalamaları	158
Tablo 4.26. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar	161
Tablo 4.27. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modelleri Oluşturmanın Katkılarına İlişkin Görüşleri	165
Tablo 4.28. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri	171
Tablo 4.29. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri	175
Tablo 5.1. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı Ders İçeriklerine İlişkin Öneriler	195

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Modelleme İşlemi (Justi ve Gilbert, 2002)	19
Şekil 2.2. Model Temelli Sorgulama İçin Yol Haritası.....	21
Şekil 2.3. Bilimsel Yaratıcılık Modeli (Hu ve Adey, 2002)	34
Şekil 3.1. Çeşitleme (Triangulation) Deseni	48
Şekil 3.2. Açıklayıcı (Explanatory) Desen	49
Şekil 3.3. Keşfedici (Exploratory) Desen	49
Şekil 3.4. İç İçe gömülü (Embedded) Desen	49
Şekil 3.5. Doğrusal Fakat Tekrarlı Bir Süreç Olarak Durum Çalışması	52
Şekil 3.6. İki Aşamalı Başarı Testinin Geliştirilme Aşamaları	58
Şekil 3.7. Araştırmanın Uygulama-Analiz ve Değerlendirme Süreci	73
Şekil 3.8. Model 5’de Yapılan Değişiklikler (a- İlk Hali, b- Son Hali)	74
Şekil 4.1. Grupların İki Aşamalı Başarı Test Puan Ortalamalarının Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testine Göre Değişimi.....	87
Şekil 4.2. Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gruplara Göre Ön Testten Son Teste Değişimi	91
Şekil 4.3. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılıklarının Gruplara Göre Ön Testten Son Teste Değişimi	95
Şekil 4.4. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney1 Grubundaki Bütün Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri	97
Şekil 4.5. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları	104
Şekil 4.6. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Katkıları	113
Şekil 4.7. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliği	119
Şekil 4.8. Yapılandırılmamış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler	124

Şekil 4.9. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Özgünlüğü	129
Şekil 4.10. Deney 1 Grubundaki En Yüksek (a) ve En Düşük (b) Puan Alan Modellere Örnekler	130
Şekil 4.11. Yarı-Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri	132
Şekil 4.12. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları	137
Şekil 4.13. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Katkıları	144
Şekil 4.14. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Kullanılabilirliği	149
Şekil 4.15. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler	153
Şekil 4.16. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin Özgünlüğü	158
Şekil 4.17. Deney 2 Grubundaki En Yüksek (a) ve En Düşük (b) Puan Alan Modellere Örnekler	157
Şekil 4.18. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri	160
Şekil 4.19. Yapılandırılmış 3D Modellerin Oluşturulmasında Karşılaşılan Zorluklar	164
Şekil 4.20. Yapılandırılmış 3D Modellerin Katkıları	170
Şekil 4.21. Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliği	174
Şekil 4.22. Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler	176
Şekil 4.23. Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış 3D Modellere İlişkin Sürecin Karşılaştırılması	178

BÖLÜM I. GİRİŞ

Bu bölümde, araştırmanın gerekçesi ve nedenleri ele alınarak; araştırmanın problem durumu, amacı ve önemi, problem cümlesi ve alt problemleri, varsayımları ve sınırlılıkları yer almaktadır.

1.1. Problem Durumu

Dünyadaki bütün ülkeler, bilimsel ve teknolojik gelişmelerden geri kalmamak ve bilimsel gelişmelerde ilerlemenin sürekliliğini sağlamak için bilgi ve teknoloji üretebilen bireyler yetiştirmek amacıyla fen bilimleri eğitime özel bir önem vermekte ve bu doğrultuda eğitim sistemlerini yenilemektedirler (Tobin, 1990; Hofstein ve Lunetta, 2004) ve yenileyeceklerdir. Fen bilimlerinin evrensel oluşu, pratik uygulamalara dayanması, bilgilerin her aşamada kullanılabilir olması ve ülkelerin gelişmesinde önemli bir paya sahip olması nedeni ile fen bilimlerinde kaliteyi arttırmak için büyük çabalar sarf edilmiştir (Bozdoğan ve Yalçın, 2004). Fen bilimlerinin ve fen eğitiminin öneminin gün geçtikçe artması, öğretim programlarında da değişime yol açmaktadır.

Ülkemizdeki fen programların gelişim sürecine bakıldığında eğitim-öğretim yaklaşımlarının insanoğlunun fizyolojik, psikolojik ve sosyolojik yapısı hakkındaki birikimleri arttıkça (Arslan, 2007) öğretmen merkezli anlayıştan öğrenci merkezli anlayışlara doğru ilerlediği görülmektedir. Özellikle 2005 ve 2013 programlarına bakıldığında öğrencilerin “yaparak-yaşayarak” öğrenmeleri kavramının vurgulandığı görülmektedir. Ancak alt yapı ve laboratuvar olanakların yetersiz olması nedeniyle uygulama aşamasında bir takım zorluklarla karşılaşmaktadır (Doğan, 2010). Fen Bilgisi dersinin, fizik, kimya ve biyoloji gibi uygulamaya açık üç ana disiplini içerdiği göz önüne alınırsa; bu durum öğrencileri ve öğretmenleri olumsuz yönde etkilemektedir. Bu açıdan bakıldığında fen sınıflarında uygulamaya yönelik aktiviteleri yapabilen öğretmen adaylarının yetiştirilmesi gerekliliği ön plana çıkmaktadır.

Bu bağlamda Bybee (2013)’ün Gelecek Nesil Fen Standartları (Next Generation Science Standarts-NGSS)’nin değerlendirilmesine ilişkin yaptığı çalışmasında

öğretmenlerin sıklıkla “Bu standartları öğretmeme yardımcı olacak materyaller nerede?” sorusunu sormaları, yeni geliştirilen programların özündeki amacını gerçekleştirebilmesi için öğretim materyallerinin önemine vurgu yapmaktadır.

Bu bağlamda da uluslar arası literatürde fen eğitiminin mühendislik tasarım süreci (Science-Technology-Engineering-Mathematics STEM) ile birleştirilerek bireylerin anaokulundan onikinci sınıfa kadar olan düzeylerde fen eğitiminin mühendislik temelli araştırma ve sorgulamaya dayalı olarak yapılandırılması ön görülmüştür. Bybee (2013)’ün çalışmasında da görüldüğü üzere fen programında model oluşturmanın K-12 düzeyindeki uygulamalarda (developing and using models) ve kesişen kavramlarda (system and system models) yer aldığı görülmektedir. Benzer şekilde ortaokul ve lise doğa bilimleri müfredatındaki üç ana disiplinden biri olan fen ve mühendislik uygulamaları başlığı altında model geliştirme ve kullanmaya ilişkin öneriler yer almaktadır. Modeller ve STEM yaklaşımları NGSS’deki yeni standartları yönetmek ve entegre etmek için bir yön sunmaktadır (Wojnowski ve Pea, 2014). NRC (2012) raporunda buna yönelik olarak fen öğretmenlerinin fen-teknoloji-mühendislik bileşenlerinin fen sınıflarına entegrasyonunun sağlanabilmesi için öğretmenler ve eğitimciler zamanında bilgi sağlama araştırmaları yapılması gerekliliğini vurgulamışlardır. Bu süreçte öğretmen eğitiminin önemine ayrıca vurgu yapmaktadır.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından düzenlenen Fen Bilgisi Dersi öğretim programının en iyi şekilde uygulanabilmesinin de, sınıf içerisindeki öğretmenin yeterliliklerine bağlı olması (MEB, 2008), buna yönelik uygulamalar yapabilme yeterliğine sahip öğretmenlerin yetiştirilmesini ön plana çıkarmaktadır. Böylelikle ilköğretim öğrencilerinin Fen Bilgisi Dersi’nde kendi öğrenmelerinin sorumluluklarını alarak, sorgulayarak kendilerinin yapacakları uygulamalar gerçekleştirmeleri beklenebilir.

Modeller, öğrencilerin fen kavramlarını, bilimin doğasını derinlemesine anlamalarını sağlayarak ve bir olguyu açıklama ve problem çözüme becerileri kazanmalarını sağlar. Ayrıca öğretimde, disiplinlerdeki temel fikirleri belirlemek, birbiri ile kesişen kavramlarını görmek ve fenedeki uygulamalarda modeller etkili bir şekilde kullanılabilir. Fakat kendi başına model geliştirme ve kullanma fırsatı az olmuş olan öğretmenlerin, öğrencilerine bu konuda yardım etmesi zor olabilir (Khan, 2011; Louca, Zacharia ve 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 (Justi ve Gilbert, 2003; Henze, van Driel ve Verloop, 2007).

Bunun yanı sıra araştırmanın tasarlandığı konuları içeren ve fen bilimleri kapsamındaki biyoloji ve onun öğretimi birey ve toplumun yaşamında önemi giderek artan bir olgudur (Dindar, 1995). Biyoloji öğretiminde gerek eğitim durumları gerekse biyoloji kavramlarının bir kısmının soyut ve karmaşık olması öğrencilerin bazı konuları anlamakta zorlanmalarına ve anlamadan ezberleyerek öğrenmelerine yol açmaktadır (Kılıç ve Sağlam, 2004). Ayrıca literatür incelendiğinde Biyoloji Dersi öğrencilerinin öğrenme güçlüğü çektikleri derslerin arasında yer almaktadır (Bahar, Johnstone ve Hansell, 1999; Çimer, 2012; Jones ve Rua, 2006; Lukin, 2013; Lazarowitz ve Penso, 1992; Prokop, Prokop ve Tunnicliffe, 2007; Udovic, Morris, Dickman, Postlethwait, ve Wetherwax, 2002; Treagust, 1988).

Araştırmanın temel aldığı konular olan insanda dolaşım ve solunum sistemi ünitelerinde ilköğretim (Özgür, 2013), lise (Yeşilyurt ve Gül, 2012) ve üniversite (Micheal, 1998; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001; Micheal ve diğerleri, 2002; Paleaz ve diğerleri, 2005; Prokop ve Fančovičová, 2006; Sezen ve Çimer, 2009; Özgür, 2013) seviyelerindeki öğrencilerde ve öğretmenlerde (Yip, 1998) kavram yanlışlarının olduğu görülmektedir. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre dolaşım sistemi konusunda, insan kalp ve dolaşım sistemi, kalbin pompalama sistemi, dolaşım ve solunum sistemi arasındaki ilişki, sistemik ve akciğer dolaşımı, kan damarlarının çeşitleri öğrencilerin tam olarak anlayamadığı kavramlardır (Arnaudin ve Mintzes, 1985; Yip, 1998; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001; Kwen, 2005; Alkhaldeh, 2007). Kavram yanlışlarının oluşma sebeplerinden birisinin de öğretmen faktörlerinden (yetersiz konu bilgisi, kavramların kategorilendirilmesi, detaylara fazla önem verme) kaynaklandığı (Aşçı, Özkan ve Tekkaya, 2001) göz önüne alındığında fen bilimleri öğretmen adaylarının bu konuda yaparak-yaşayarak deneyimler kazanması önemli olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra NRC (2009) yayınladığı raporda 21. yüzyıldaki biyolojinin, lisans öğrencilerinin kavramları, kavramların organizasyon seviyeleri arasındaki ilişkileri ve karmaşıklıkları açısından analiz-sentez yapabilmeyi gerektirdiğini belirtmektedir.

Bütün bu nedenlerle çalışmada, geleceğin fen bilgisi öğretmeni olacak olan fen bilgisi öğretmen adaylarının “İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemi” üniteleri ile ilgili

oluşturulan problemlere çözüm olacak üç boyutlu modelleri yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde oluşturmalarının akademik başarılarına, problem çözme becerilerine, bilimsel yaratıcılıklarına etkilerini araştırmak ve bu süreçlere yönelik görüşlerini belirlemek amaçlanmaktadır.

Bu çerçevede “Fen bilgisi öğretmen adaylarının, belirlenen problem durumlarını çözmek için yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde üç boyutlu model oluşturmalarının akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi nedir?” sorusu araştırmamızın ana problem cümlesini oluşturmaktadır. Bu problem cümlesine bağlı olarak araştırmanın alt problemleri ise aşağıda ifade edilmiştir:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının belirlenen problemleri çözmek için yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde üç boyutlu model oluşturmalarının akademik başarılarına etkisi var mıdır?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının belirlenen problemleri çözmek için yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde üç boyutlu model oluşturmalarının problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının belirlenen problemleri çözmek için yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde üç boyutlu model oluşturmalarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisi var mıdır?
4. Fen bilgisi öğretmen adaylarının belirlenen problemleri çözmek için yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde üç boyutlu model oluşturmaları sürecine ilişkin görüşleri nelerdir?

1.2. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Fen eğitiminde önemli bir rolü olan modeller ve modelleme (Khan, 2011) yeni K-12 fen eğitimi müfredatında yer alan sekiz temel uygulamadan birisidir (NRC, 2012). 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 ve Brodsky, 2013; Schwarz ve Passmore, 2012; Windschitl, 2012).

Ulusal fen eğitimi standartlarında (NRC, 1996) modellerin, öğrencilerin öğrenmesi için önemli bir kavram olduğundan bahsederken, NGSS, eğitim ortamlarında modellerin kullanımına çok daha fazla vurgu yapılmaktadır (NRC, 2012). Ayrıca, NGSS esas yapısı itibari ile *bilimsel ve mühendislik uygulamaları*, *kesişen kavramlar* ve *disiplinler ilgili esas fikirler* olmak üzere üç temel alana ayrılmaktadır. Fende modellerin kullanımından, “Fen’i anlamak için fen de modelleri anlamak gereklidir” fikrini savunan hem *bilimsel ve mühendislik uygulamaları* hem de *kesişen kavramlar* kısmında bahsedilmektedir (Yarker Borwn, 2013).

Ayrıca bilim insanlarının yaptıkları uygulamalara bakıldığında, *bilardo topları*, *üzümlü kek* ve *güneş sistemi* atom modelleri; *sıvı akışı* elektrik akımı modeli; ışığın *parçacık* modeli; astronomide *big bang* modeli; coğrafyada *tektonik tabaka* modeli; paleontolojide kemik parçacıklarından yapılan *dinozor* modelleri; popülasyon ve kalıtım çalışmalarındaki matematiksel hesaplar; ekonomi ve mühendislikteki binlerce matematiksel model örnekleri ile karşılaştırılması (Matthews, 2007) modellerin geçmişten günümüze önemini vurgulamaktadır.

İnsanların, okuduklarının %10'unu, işittiklerinin %20'sini, gördüklerinin %30'unu, hem görüp hem işittiklerinin %50'sini, söylediklerinin %70'ini ve kendi yapıp söylediklerinin %90'ını hatırladıkları (Ergin, 1995; Kılıç, 1997; Akt: Gümüş ve diğerleri, 2008) dikkate alındığında üç boyutlu modellerin eğitim öğretimdeki önemi çok büyüktür. Özellikle öğrencilerin birebir kendilerinin oluşturdukları el yapımı materyallerin onların duyumsal deneyimlerini genişlettiği, rahatlattığı ve doyum sağlamalarına yol açtığı (Boo ve Watson, 2001) gerçeği bunu vurgulamaktadır.

Geleceğin araştırmacısını yetiştirmede ilk kademenin ilköğretim olması ve ilköğretimde hedeflenen niteliklere sahip öğrencilerin yetiştirilmesinin ancak bu bilince sahip öğretmenlerle mümkün olacağı hususu (Sutherland ve Dennick, 2002) göz önüne alındığında bu araştırmanın alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öğretmenlerin daha önceden oluşturulan sökülüp takılabilen modelleri göstermesi ve öğrencilerin bunları kullanması modellerle yapılan öğretimde yaygın olarak kullanılan bir tekniktir (Sikošek ve Žuželj, 2013). Ancak öğrencilerin konuyu daha iyi anlaması için onlara modelleri kendilerinin oluşturmalarına izin verilmelidir (Devetak ve diğerleri, 2010). Bütün bu nedenlerle geleceğin fen bilgisi öğretmeni olacak olan öğretmen adaylarının öğrenim süreçlerinde model geliştirme süreçlerine ilişkin gerekli

deneyim ve becerilerle donanmış olması gerekliliği öne çıkmaktadır. Model oluşturma süreçlerinin ise belirli bir problemi çözmeye yönelik olarak yapılması onlara problemi çözme fırsat vererek başarılı olma fırsatı vereceğinden uygulamanın problem senaryoları kullanılarak planlanması tercih edilmiştir.

Bugünkü bilgimize göre problem senaryolarını modellerle ilişkilendiren çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan bakıldığında öğretmen adaylarının önceden belirlenen problemlerin çözümüne yönelik üç boyutlu model oluşturmalarının çalışmaya özgünlük kattığı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacını, iki basamakta özetlemek gerekirse; ilki, fen bilgisi öğretmen adaylarının İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemi üniteleri ile ilgili oluşturulan problemlere çözüm olacak üç boyutlu modelleri yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde oluşturmalarının akademik başarılarına, problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına etkilerini araştırmaktır. İkincisi ise, bu süreçte yapılan odak grup görüşmeleri, video kayıtları ve öğretmen adaylarının doldurdukları dokümanlardan elde edilecek verilerle fen bilgisi öğretmen adaylarının, üç boyutlu modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde uygulanması sürecindeki deneyimlerini ve görüşlerini belirlemek olarak ifade edilebilir. Bu nedenle araştırma, nitel ve nicel araştırmanın birlikte kullanıldığı karma yöntemin deneysel araştırmalarda sıklıkla kullanılan deseni olan iç içe gömülü desende düzenlenmiştir (Bölüm 3). Öğretmen adaylarına ön test ve son test olarak uygulanacak ölçekler modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde uygulanmasının akademik başarılarını, problem çözme becerilerini, bilimsel yaratıcılıklarını *ne kadar* etkilediğini; odak grup görüşmesi, video kaydı ve dokümanlar ise bu etkinin *neden ve nasıl kaynaklandığı* sorusunu cevaplamak amacıyla birbirini destekleyici olarak kullanılmıştır.

1.3. Varsayımlar

Bu araştırmada;

- Uygulama aşamasında kontrol altına alınamayan değişkenler deney ve kontrol gruplarındaki öğretmen adaylarını eşit düzeyde etkilediği,
- Öğretmen adaylarının çalışmada kullanılan veri toplama araçlarına objektif ve samimi cevap verdikleri ve

- Ölçekler için görüşlerine başvurulmuş uzmanların, görüşlerinde objektif ve samimi oldukları varsayılmaktadır.

1.4. Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- 2012-2013 eğitim-öğretim yılı güz yarıyılında pilot uygulamaya katılan son sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile,
- 2012-2013 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında asıl uygulamaya katılan ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile,
- Dolaşım ve solunum sistemi üniteleri ve müfredatta bu üniteler için ayrılmış süre ile sınırlıdır.
- Araştırmanın nicel kısmında ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanan testlerin aynı olması da ayrıca bir sınırlılık olarak yer almaktadır.

1.5. Tanımlar

Model: Araştırmanın amacı doğrultusunda model; “Bir sistemin işleyişine ilişkin açıklanmak istenen olgunun basit araç-gereçler kullanılarak oluşturulmuş üç boyulu fiziksel gösterimidir” şeklinde tanımlanmıştır.

Problem Çözme: Problem çözme; bireyin belli bir problemi algılaması ile başlayan ve probleme çözüm buluncaya kadar devam eden bilişsel ve davranışsal bir süreçtir ve belli bir amaca erişmek için karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldırmaya yönelik bir dizi çabadan oluşmaktadır (Öğülmüş, 2001).

Bilimsel yaratıcılık: Grosul (2010)’ göre bilimsel yaratıcılık; kullanışlı ve adapte edilebilen bilimsel teoriler, araştırma yöntemleri veya deneysel bulgular üretmek için gerekli kişisel yetenek; bilim insanını, sıra dışı ve kullanışlı bir ürün üretmeye yatkın kılan kişisel nitelik olarak tanımlamıştır.

Yapılandırılmamış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin sadece problemin bilindiği; modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin bilinmediği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli

olmayan modellerdir. Burada modellerin hangi malzeme ile nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.

Yarı-yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modellere ilişkin problemin bilindiği ve modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin verildiği fakat verilen malzemeler ile düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olmayan modellerdir. Burada modellerin nasıl oluşturulacağı çalışan grup tarafından belirlenmektedir.

Yapılandırılmış Üç Boyutlu (3D) Modeller: Oluşturulacak modele ilişkin problemin bilindiği, modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin araç-gereçlerin temin edildiği, düzeneğin nasıl oluşturulacağı ve sonuçta nasıl bir ürünün çıkacağı belli olan modellerdir. Burada çalışan grup sadece belirli işlem adımlarını sırası ile takip ederek modeli oluşturmaktadır.

1.6. Kısaltmalar

PDÖ: Probleme Dayalı Öğrenme

3D: Üç Boyutlu

NGSS: Gelecek Nesil Fen Standartları

NSTA: Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği

NSF: Ulusal Bilim Vakfı

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NOAA: Ulusal Okyanus ve Atmosferik Yönetimi

NRC: Ulusal Araştırma Kurulu

BY: Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

PÇE: Problem Çözme Envanteri

STEM: Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik

BÖLÜM II. ALAN YAZIN

2.1. Ulusal ve Uluslararası Bağlamda Fen Eğitimi

Fen bilimleri, doğayı tanıma ve anlama amacıyla yapılan araştırmalardan doğan bir bilim dalı olarak, buna dayalı geliştirilen teknolojiler ile toplumların gelişmesinin sağlanmasında rolü oldukça büyüktür (Soslu, Dilber ve Düzgün, 2011). Bu nedenle gün geçtikçe artan bir hızla küreselleşen dünyamızda gelişmiş ülkeler arasında yer almak için bilim ve teknolojiye, daha özele inildiğinde fende nitelikli eğitimin şart olduğu, bu yönde yapılan reform çalışmalarından anlaşılabilir (NRC, 2012).

Uluslararası bağlamda 1957 yılında ilk yapay uydunun Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği tarafından fırlatılması başta ABD olmak üzere tüm dünyada şok etkisi yaratarak (DeBoer, 2000), dünya üzerindeki ülkelerin dikkatini bilim ve fen eğitimine çevirmesine neden olmuştur. Bu gelişmeler üzerine ABD’de Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation-NSF) öncülüğünde araştırma ve sorgulamanın temel alınarak öğrencilerin ilk elden deneyim yaşadıkları öğretim programları üzerinde durulmuştur (Wendell, 2008). ABD’de Ulusal Fen Öğretmenleri Birliği (National Science Teachers Association-NSTA) ve NRC (1996) ilk ulusal fen eğitimi standartlarını (anaokulundan onikinci sınıfa kadar) yayınladığı rapor “bilimsel araştırmaya” vurgu yapmaktadır. Ayrıca NRC (1996) yılında yayınladığı raporda modellerin, öğrencilerin öğrenmesi için önemli bir rolü olduğunu belirterek, fen derslerinde bilimsel kavramları anlama ve araştırma becerilerini geliştirmek, bilimsel soruları araştıran ve analiz eden etkinlikler yapmak, kanıt ve stratejiler kullanarak açıklamalar yapmak, üst düzey düşünme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye dikkat çekmektedir. NRC (2012) yılında yayınladığı raporda da benzer şekilde K-12 fen eğitim müfredatında model oluşturma ve kullanmanın önemli olduğuna değinmektedir. Falk ve Brodsky (2013) de benzer şekilde öğrencilerin model geliştirerek ve uygulayarak kavramlar arasındaki ilişkileri açıklamaları, desteklemeleri ya da çözüm yollarını araştırılabileceğini savunmaktadır.

Ülkemizdeki fen programlarının tarihsel gelişimi ve değişime baktığımızda ilk fen programının 1924 tarihli “İlk Mekteplerin Müfredat Programı”nda, “Tabiat Tetkiki,

Ziraat, Hıfzıssıhha” dersi olarak yer aldığı görülmektedir (Varış, 1988). Dünyanın değişen koşullarına uyum sağlayarak bilimdeki gelişmelerden uzak kalmamak amacıyla 1926 (Hayat Bilgisi), 1936 (Hayat Bilgisi/Tabiat Bilgisi), 1948 (Hayat Bilgisi/Tabiat Bilgisi), 1968 (Fen ve Tabiat Bilgileri), 1992, 2000 (Fen Bilgisi Dersi), 2005 (Fen ve Teknoloji Dersi) ve son olarak 2013 (Fen Bilimleri Dersi) fen programlarında değişiklikler yapılmıştır.

Ülkemizde değişikliğe uğrayan son birkaç programa bakıldığında; 1968 yılı Fen ve Tabiat Bilgisi programı deneyden çok gözlemin, uygulamadan çok bilmenin önemsendiği bir program olarak çocuklara düşünme, araştırma, uygulama ve sorgulamadan ziyade ezber yolunu açtığı görülmektedir. 1992 Fen Bilgisi Programı’na bakıldığında ise, 1968 Fen ve Tabiat Bilgisi Programı’ndan farklı olarak; fen konuları işlenirken laboratuvar yöntemi baskın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Dindar ve Taneri, 2011). 2005 Fen ve Teknoloji Programı’nın temeli niteliğinde olan 2000 Fen Bilgisi programı, *yapıcı–yaratıcı* yöntem benimsenmesi nedeniyle öğrenci merkezli olarak hazırlanmış (MEB, 2000) olması sebebiyle kendisinden önce uygulanan programlardan oldukça farklıdır. 2004 Fen ve Teknoloji Programı’ndaki temel felsefe ise *bir şeyi bilmenin onu uygulayabilmekle başladığına* vurgulamakta yani “*yaparak-yaşayarak*” öğrenmeyi temel almaktadır (MEB, 2004). Son olarak 2013 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda ise, öğrenme ve öğretme kuram ve uygulamaları açısından bütüncül bir bakış açısı benimsenmesine rağmen; genel olarak öğrencinin, öğrenme sürecine aktif katılımının sağlandığı bilgiyi kendi zihninde yapılandırmaya olanak tanıyan *araştırma-sorgulamaya dayalı* öğrenme stratejisi benimsenmiştir (MEB, 2013). Geliştirilen son iki fen programına bakıldığında, her iki programın vizyonunun da bireysel farklılıkları ne olursa olsun “*fen okur-yazarı bireyler yetiştirmek*” olduğu görülmektedir.

Fen okuryazarlığı kavramı ise, “önemli fen kavram, teori, yasa ve bilimsel araştırma yöntemlerini bilme; fen, teknoloji ve toplumun birbirleri üzerindeki etkilerini ve aralarındaki ilişkileri anlama; teorik olarak öğrenilen bilgileri günlük yaşamda problem çözümede, fenle ilgili toplumsal sorunların açıklanmasını yapmada ve karar vermede kullanabilme; bilimsel tartışmalara katılabilme, kendi fikirlerini söyleyebilme ve söylenenleri yorumlayabilme; tarafsız, eleştirel ve yaratıcı düşünebilme için gerekli bilgi ve beceriye sahip olabilme” olarak tanımlanmaktadır (Çepni, Ayvacı ve Bacanak,

2006). Eroğlu (2006) fen okuryazarı olan bireylerin özelliklerini, bilgiye daha çabuk ulaşan, şüpheci, doğa olaylarını analiz etme yeteneğine sahip ve günlük yaşamda karşılaştıkları sorunlara bilimsel yöntemlerle çözüm üreten bireyler olarak özetlemiştir. Kayhan (2009) ise bu tarz bireylerin yetişmesi için öğrencilere hazır bilgi vermek yerine, öğrenmenin yolları öğretilmeli ve öğrendiklerini uygulama imkânı sağlanması görüşünü vurgulamaktadır.

İşin özüne dönüp kavram olarak “Fen nedir?” diye baktığımızda çeşitli tanımlamalarla karşılaşmak mümkündür. Temiz (2001)’e göre “bilimsel bilgiler topluluğu”, “hipotezlerin denenmesiyle geliştirilen yöntemi, “araştırma yolu”, “bilginin doğruluğunu sorgulama yöntemi” gibi kavramlarla tanımlanmıştır. 2005 yılında National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) feni “fiziksel çevreyi tanımak ve tanımlamak üzere, gözlem yapma, yapılan gözlemleri açıklayabilmek amacı ile hipotezler kurma ve kurulan hipotezleri geçerli ve güvenilir yollarla test etme gibi aşamaları olan bilimsel metotların kullanılması” olarak tanımlanmıştır. TDK (2014)’e göre ise “Fizik, kimya, matematik ve biyolojiden elde edilen verileri iş ve yapım alanında uygulama, teknik” tanımı karşımıza çıkan tanımlamalardan biridir Bu tanımlamalardan da görüldüğü üzere *uygulama yapmak* temelde fen bilimlerinin özünde yer almaktadır.

Fen de uygulama yapmanın bu derece vurgulanması, buna olanak sağlayan öğretim materyallerin öneminin artmasına yol açtığı bir gerçektir. Bu tarz uygulama yapılabilecek öğretim materyallerinden biri de üç boyutlu modeller olduğu için, bu araştırma kapsamında modellerin belli bir kavramın öğretimi için üç boyutlu olarak farklı şekillerde oluşturulmasının geleceğin fen bilgisi öğretmenleri olan öğretmen adaylarına sağladıkları avantaj ve dezavantajların belirlenmesi önemli olarak görülmektedir.

2.2. Model Tanımları

Modellerin fene ilişkin uygulamalarda önemli bir bileşen olduğu birçok araştırmacı tarafından kabul edilmekle birlikte model kavramına ilişkin uzlaşmaya varılmış tek bir tanımlama yoktur. Modelleri kendi araştırmalarının temeli kabul eden araştırmacılar arasında bile modelin tanımlanması farklılaşmaktadır (van der Valk, van Driel ve de Vos, 2007; Bailer-Jones, 2002).

Alan yazın incelendiğinde model ve modelleme kavramları tanımlanırken çok çeşitli bakış açıları ile karşılaşmak mümkündür. Alan yazında modeller;

Johnson-Laird (1983)'e göre, bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılarıdır.

Norman (1983)'a göre, bir sistem ya da olaya özgü gösterilebilen ya da şematize edilebilen ortak deneyimlerdir.

Ingham ve Gilbert (1991)'e göre, bir sistemin dikkat çeken tipik özelliklerinin sadeleştirilmiş bir sunumdur.

Carin (1993)' e göre, bir şey hakkında, önemli özelliklerin belirtildiği detayların ise göz ardı edildiği gösterimlerdir.

Patton (1996)'a göre, karmaşık görünen olayların insanlar tarafından anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla kullanılan bilimsel ve zihinsel etkinliklerdir.

Y.Ö.K. (1996)'na göre, çok küçük veya çok büyük olduğu için direkt algılanamayan bir şeyi öğrenciler için görsel ve algılanabilir hale getirmek için yapılan ve öğretimde kullanılan yardımcı materyallerdir.

Yalın (1997)'e göre, gerçek bir eşyanın üç boyutlu maketleridir ve genelde aslından daha büyük veya daha küçük olabileceği gibi temsil ettiği gerçek eşya ile aynı büyüklük ve yapıda da olabilen materyallerdir.

Geban ve diğerleri (1998)'ne göre, yapılan benzetmelerle yabancılık çekilen bir olgunun (hedef) yabancılık çekilmeyen bir olgu (kaynak) ile açıklanmasıdır.

Gobert ve Buckley (2000)'a göre, bir sisteme ilişkin, bireylerin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımlarıdır.

Harrison (2001)'a göre, bir nesnenin nasıl oluştuğunu, nasıl davranacağını veya bir sürecin nasıl geliştiğini anlamamıza ve tahminler yapmamıza yardım eden şeylerdir. Bir mikroskop veya bir teleskop gibi, çıplak gözle görülmeyenleri, görülür, anlaşılır hale getiren, bilinenden bilinmeyene doğru ilerlemeye yardımcı olan materyallerdir.

Treagust (2002)'a göre, herhangi bir konunun anlaşılması veya açık ve anlaşılır hale getirilmesi için yapılan işlemler sonucu ortaya çıkan üründür.

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2004)'ya göre, belirli süreçler sonucunda oluşturulan ürünlerdir.

Halloun (2004)'e göre, fiziksel gerçekliğin bire bir gösterimi değil, soyutlamalardır.

Windschitl ve Thompson (2006)'a göre, dünyadaki bazı süreçlerin nasıl işlediğine ilişkin gösterimlerdir.

Schwarz ve Gwekwerere (2007)'e göre, bilimsel modeller bilimsel teorilerin kısımlarının somutlaştırılmış gösterimleridir.

Sağlam-Arslan (2008)'e göre ise modeller modelleme sürecinin ürünüdürler. Bu yaklaşıma göre modelleme bir sistemi anlamaya yarayan yapılandırma sürecidir. Bu yapılandırma sürecinin ürünü olan modeller, bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken ve o sistemin özelleştirilmiş ve indirgenmiş bir sunumudur.

Clement (2008)'e göre, her hangi bir sisteme ilişkin, sistemin yapı ya da davranış yönlerini öngören ya da dikkate alan ideal (zihinsel) gösterimleridir.

Gilbert (2011)'a göre, nesnelere, sembollerin ve ilişkilerin “hedef” adı verilen başka bir sistemle farklı araçlarla temsil edilmiş şekilleridir.

Ayrıca model ve modellemeye ilişkin tanımlamalara bakıldığında, bilimsel süreç becerileri kapsamında, bilim adamlarının yeni ürünler (kanun, teori, prensip, eşitlik, formül vb.) ortaya çıkarmak için izledikleri aşamaları ve bu aşamaların sonuçlarının kısaca özeti olarak ifade edilmektedir (Cartier, Rudolph ve Stewart, 2001).

Model kavramının yukarıda açıklandığı gibi birçok farklı tanımı vardır. Fakat amacımız fen bilgisi öğretmen adaylarının insanda dolaşım ve solunum sistemine ilişkin belirlenen problemlere üç boyutlu model oluşturarak çözüm üretmeleri olduğu için bu doğrultuda araştırmamız için “Model, bir sistemin işleyişine ilişkin açıklanmak istenen olgunun basit araç-gereçler kullanılarak oluşturulmuş üç boyutlu fiziksel gösterimidir.” şeklinde tanımlanmıştır.

Model ile temsil edilen şeyler genellikle “hedef” olarak isimlendirilmekle birlikte modelleri kendi çalışmalarımızda faydalı ya da pratik olduğu durumlarda kullanırız. Ve eğer hedefin kendisi ile çalışılabiliriyorsa model kullanmak gereksizdir. Çünkü modeller basitleştirildiği için her zaman bazı yönleri hatalı ya da yanıltıcıdır (Gilbert, 2011).

Alan yazın incelendiğinde birçok araştırmacı modelin tanımlamasının yapılmasından çok özelliklerinin belirtilmesinin daha açıklayıcı olduğu yönünde görüş bildirmiştir. De Vos (1985) ve Van Hove-Brouwer (1996) modellerin ortak özelliklerini aşağıdaki şekilde belirtmekle birlikte her bir özelliğe ilişkin literatürde yer alan diğer araştırmacıların görüşleri aşağıdaki şekilde belirtilmiştir (Akt: Van Driel ve Verloop, 1999).

-Her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir.

Bütün modeller hedeflerinin basitleştirilmiş halidir. Gereksiz detaylara yer verilmez. Modeller somut ya da soyut olabilirler fakat hepsinin belli başlı ortak özellikleri vardır. Örneğin, bütün işlevler analogiler aracılığı ile ifade edilir (Gilbert, 2011).

-Doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır.

Bu nedenle ölçeklendirme modelleri (ev, köprü maketleri gibi), bilimsel model olarak kabul edilmezler çünkü bu modeller bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyasıdır (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

-Temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşmez.

Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

-Hedefe uygun benzetmelere dayanır.

Birçok model önemli ölçüde basitleştirilmiştir. Böylelikle model üzerinde sadece bizim için en önemli olan özelliklerine odaklanırız (Gilbert, 2011).

-Her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir.

Eğer bir model hedefin tam olarak aynısı ise o model değil onun kopyasıdır (van der Valk, van Driel ve de Vos, 2007). Bu nedenle araştırmanın amacına göre modellerde hedefin istenen özellikleri ön plana çıkartılır.

-Modelin temsil ettikleri ile ilgili tahminler yapabilme olanağı sağlayabilmelidir.

Bütün modeller bazı yönlerden gerçeğine çok benzerdir ve ayrıca temsil ettiği şeyden bazı yönleri ile ayrılırlar (Barber, 2011).

-Hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde düzenlemeye gidilebilir.

Modeller kanıta dayalıdır, bu nedenle modeller yeni kanıtlar (bilgiler) ile uyuşmuyorsa tekrar gözden geçirilmeli ya da yenisi ile değiştirilmelidir (Archieve Inc., 2013; Krajcik ve Merritt, 2012; Schwarz ve diğerleri., 2009).

Modellerin farklı tanımlamaları ve ortak özellikleri dikkate alındığında sınıf ortamında kullanılan “iyi” bir modelin bazı özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bunlar;

- Kolay anlaşılabilir olmalıdır
- Kullanımı kolay olmalıdır.
- Yapımı sırasında fazla masraf gerektirmemelidir.
- Öğrencilerin ilgisini çekmelidir.
- Önemli noktaları açıklayacak şekilde kapsamlı olmalıdır (McKean ve Gibson, 1989; Mickle, 1990; Soderberg 1992; Oakley, 1994; Stencil 1995; Lock 1997).

Model ve modellemenin doğasını anlamak için analogi ve metaforları anlamak da ayrıca önemlidir (Clement, 2004). Analogi ve metaforlar soyut, somut olabilir ama bilimsel bağlantıyı artırmalıdır (Harrison, 2000). Metafor, bir şeyin diğer bir şey olduğunun geçici varsayımı iken (örneğin güneş bir fırındır gibi) analogi bir şeyin diğer bir şey gibi olduğunun söylenmesidir (örneğin güneş bir fırın gibidir) (Clement, 2004). Analogiler öğretimde önemli olup kavram yanlışlarının oluşmasının engellenmesinde kullanılabilir (Glyeen, Akt: Justi, Carlos ve Gilbert, 2002).

2.2.1. Modellerin Sınıflandırılmaları

Modellerin tanımı konusunda tam bir uzlaşma olmamasına benzer şekilde modellerin sınıflandırılmasına ilişkin de kesin bir kalıp yoktur. Literatür incelendiğinde bilim insanlarının modelleri sınıflandırmasında farklılıklar görülmektedir. Çeşitli kaynaklarda modellerin sınıflandırılmasına ilişkin özet Tablo 2.1’de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Çeşitli Kaynaklara Göre Modellerin Sınıflandırılmasının Özeti

Okan (1993)	Harrison ve Treagust (1998)	Harrison ve Treagust (2000)	Gilbert, Boulter ve Elmer (2000)	Gürdal, Şahin ve Çağlar (2001)
Soyut	Gerçeğin somut gösterimi (Benzetme)	Ölçeklendirme	Fiziksel	Soyut
Tam	-ölçeklendirme -pedagojik	Pedagojik	Sistem ya da olay (olgu)	Tam
Büyütülmüş/ küçültülmüş	Bir teoriyi soyutlamalarla anlatma	Simgesel / sembolik	Sürecin işlenmesi ya da gruplandırılması	Büyütülmüş/ küçültülmüş
Kesitli	-sembolik -matematiksel	Matematiksel		Kesitli
Sökülebilir	-teorik	Teorik	Fikir	Sökülebilir
Çalışır	Çoklu kavramları ve /veya süreçleri tanımlama	Haritalar, diyagramlar ve tablolar		Çalışır
Uydurma	-harita, diyagram, tablo -kavram-süreç simülasyon	Kavram-süreç		El ile yapılan
	Kişisel (İçsel)	Simülasyonlar		Maketler
		Zihinsel		

Tablo 2.1'e bakıldığında modellerin sınıflandırılmasının basitten karmaşığa doğru gittiği görülmektedir. Ayrıca Gürdal, Şahin ve Çağlar (2001)'in modele ilişkin sınıflandırmaları Okan (1993)'in çalışmasıyla paralel olmakla birlikte elle yapılan modeller ve maketler başlıklarını model sınıflandırmalarına eklerken, uydurma modeller başlığına sınıflandırmalarında yer vermedikleri görülmektedir.

Yerli ve yabancı literatürde, ayrıntılı olarak bilgi vermelerinden dolayı Harrison ve Treagust (2000)'in yaptıkları sınıflandırma, aşağıdaki Tablo 2.2'de özetlenmiştir.

Tablo 2.2. Harrison ve Treasgust (2000)' a Göre Modellerin Ayrıntılı Sınıflandırılması

Model Çeşitleri	Tanım	Özellikleri	Örnekleri
Ölçeklendirme Modelleri	Hedefin dış özellikleri, fiziksel olarak tam anlamıyla betimlenir.	Ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen nadiren içyapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtırlar.	Dünya maketi İnsan vücudu maketi Göz modeli
Pedagojik Analogik Modeller	Gözlenemeyen (soyut) kavramları öğrenciler tarafından anlaşılabilir kılmak üzere geliştirilen açıklayıcı modellerdir.	Kavramsal özelliklere dikkat çekmek için aşırı basitleştirilmiş veya genişletilmişlerdir.	Atomik bağların top ve çubuklarla gösterimi
Simgesel / Sembolik Modeller	Kimyasal formüller veya eşitliklerdir.	Formüller veya tepkimelerin denklemlerle gösterimi bu şekilde kimya ya yerleşmiştir.	CO ₂ H ₂ + 1/2O ₂ → H ₂ O
Matematiksel Modeller	Fiziksel özellikler ve süreçlerin, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle gösterimidir.	Gerçekle çalışmak imkânsız olduğunda öğrencilere açıklama yapmak için kullanılabilirler.	P.V= n.R.T F=m.a Charles yasası
Teorik Modeller	Bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından sağlam teorik temellere dayandırılmışlardır.	Ait oldukları teorik gerçeklikleri en iyi şekilde açıklayan modellerdir.	DNA modeli Öğrenme modelleri Güneş sistemi modeli Atom modelleri
Haritalar, Diyagramlar ve Tablolar	Kavramlar arasındaki ilişkileri, örnekleri ve yolları gösteren temsillerdir.	Öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil ederler.	Periyodik cetvel Kan dolaşımı Beslenme zinciri Devre şemaları
Kavram-Süreç Modelleri	Fen de kavramların birçoğu nesneden ziyade süreçten ibaret olduğundan çoğunlukla tercih edilirler.	Kavramlar arasındaki ilişkilerin anlaşılmasını özetleyerek kolaylaştırır.	Kimyasal denge Redoks tepkimeleri
Simülasyonlar	Karmaşık bir sistemi temsil edebilecek bir model oluşturma işlemidir.	Karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılırlar.	Trafik kazaları Pilot eğitim uçuşları Global ısınma
Zihinsel Modeller	Bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilen özel bir çeşit bilimsel temsillerdir.	Tamamlanmamıştır ve kararlı değildir yani değişebilirler Dinamik, kişisel ve ulaşılmazı zordur.	Düşünce deneyleri (Schrödinger'in Kedisini) Güneş ve gezegenler için parçacık modeli

Yukarıda sıralanan modellerin yanı sıra; öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin sunduğu modellerin bir karışımı sonucunda alternatif kavramları oluşturmaları ile meydana gelen *senteze dayalı modeller* de alan yazında karşılaşılan model çeşitlerindedir.

Günümüze kadar modellerin sınıflandırılmasına yönelik çalışmalarda modellerle ilgili olarak; bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) biçiminde çeşitli sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004). Next Generation Science Standarts-NGSS (Gelecek nesil fen standartları)'nda ise model çeşitlerinden özellikle; diyagramlar, fiziksel kopyalar, matematiksel gösterimler, analogiler ve simülasyonlardan bahsedilmektedir (Archieve Inc., 2013).

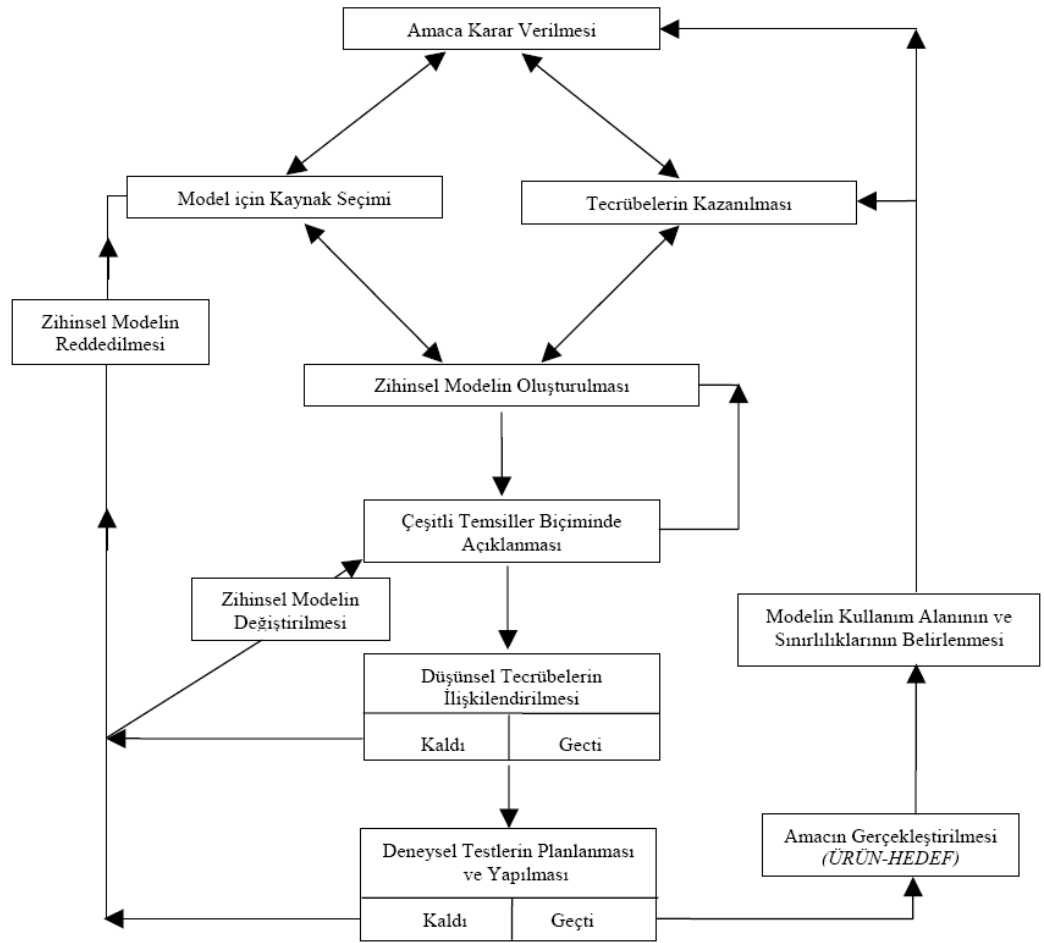
2.2.2. Modellerin Fen Eğitimine Yansımaları

Modeller, fen öğretiminde önemli bir yer tutar. Fen dersinin öğretilmesi sırasında çoğunlukla karşılaşılan soyut kavramların öğrenilmesi zorluğu ile karşılaşılır (Yıldırım, 2004). Soyut kavramlar, günlük hayattan somut örneklerle ve materyallerle desteklenerek anlama düzeyi artırılabilir (Azar, 2001). Bu materyallerden birisi olan modeller, fen de hem soyut kavramların somutlaştırılmasında, hem de bilimsel teorilerin açıklanmasında oldukça sık kullanılırlar (Treagust, 2002).

Modellerin gitgide önem kazanması ile literatürde *modelleme* (modelling), *model temelli öğretim* (model-based teaching) ve *model temelli sorgulama* (model-based inquiry) kavramları sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır.

Harrison (2001) ve Treagust (2002) modellemeyi, herhangi bir konunun anlaşılması veya açık ve anlaşılır hale getirilmesi için yapılan işlemlerin tamamı olarak tanımlamıştır. Modelleme işleminde “kaynak” ve “hedef” olmak üzere iki temel öge vardır. Kaynak, bireyin sahip olduğu mevcut bilgilerin tümünü içerir. Hedef ise, elde edilmek istenen bilgileri içerir. Kaynaktan yararlanılarak amaçlanan doğrultusunda hedef ile ilgili tahminler yapılması ve bunların doğruluğunun test edilmesi süreci modelleme olarak ifade edilebilir (Güneş, Gülçiçek ve Bağcı, 2004).

Justi ve Gilbert (2002) modellemeyi aşağıdaki şekilde (Şekil 2.1) şematize etmiştir.



Şekil 2.1. Modelleme İşlemi (Justi ve Gilbert, 2002)

Bunun yanı sıra Lesh ve Doerr, (2003) a göre modelleme, tanımlama, manipüle etme, dönüştürme ve doğrulama olmak üzere dört adımlı bir dairesel yapı ya sahiptir. Bunlar;

Tanımlama: Gerçek dünya ile model dünya arasında bir ilişki kurma

Manipüle etme: Esas probleme ait çözümle ilgili eylemler ve tahminlerde bulunma

Dönüştürme / tahmin: İlgili sonuçları gerçek dünyayla ilişkilendirme

Doğrulama: Eylem ve tahminlerin gerçek dünya ile uyumluluğunu kontrol etme’ olarak özetlenebilir.

Yukarıdakilere ek olarak Halloun (2004) modellemeye dayalı öğrenme döngüsünü keşfetme, model oluşturma, model formulasyonu, modelin uygulanması ve modelin değerlendirilmesi olmak üzere beş aşamadan oluştuğunu ileri sürdüğü görülmektedir.

Modelleme, NGSS’deki temel bilimsel uygulamalardan birisidir (Archieve Inc., 2013). Bu uygulama fenin merkezinde yer almaktadır çünkü modelleme aktiviteleri, araştırma

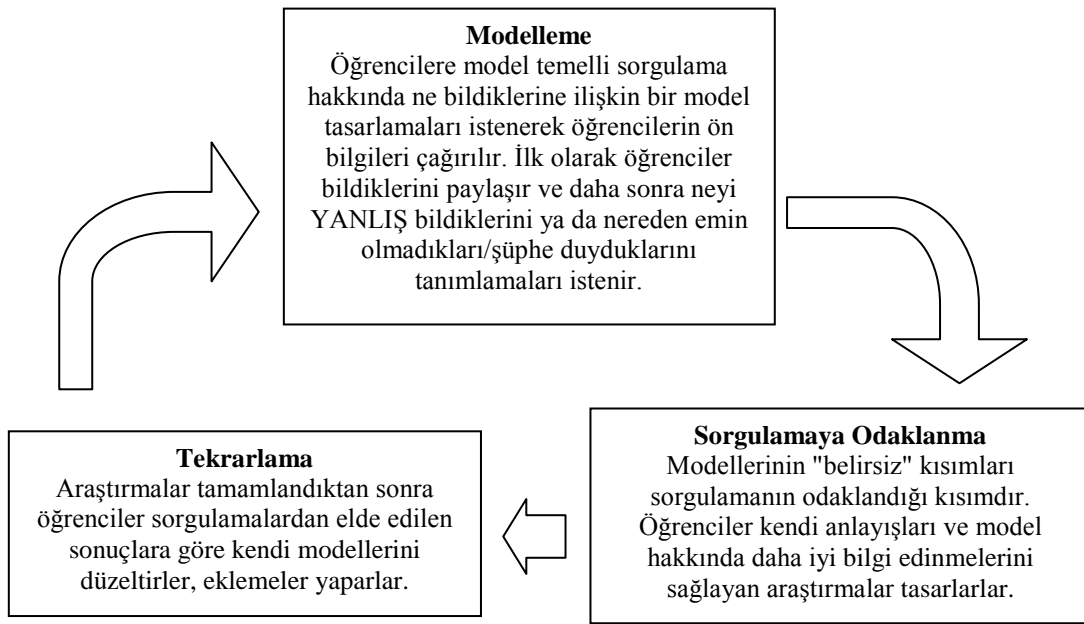
için yeni sorular oluşturulmasına yol açar. Ayrıca modeller, doğal olaylar ve süreçlere ilişkin açıklamaları destekleyebilir (Windschitl ve Thompson, 2013). Model ve modelleme fen öğretiminin ayrılmaz bileşenleridir. Özellikle, fen bilimlerinin soyut yapısı, modellerin fen sınıflarındaki kullanım alanlarını ve işlevlerini genişletmektedir. Modelleme yoluyla öğretim öğrenci merkezlidir ve öğrencilerin kendi modellerini yapılandırmalarını ve değerlendirmelerini öğrendikleri durumlar yaratmaya odaklanır (Brewer, 2008; Hestenes, 1992; Halloun, 2004). Ayrıca Brewer, Sawtelle ve Pamela (2007), modelleri yapılandırmanın ve değerlendirmenin anahtar unsuru mevcut fiziksel duruma modelin uygunluğu olduğunu belirtmektedir.

Model temelli öğretim, zihinsel modellere ilişkin bilişsel-tarihsel araştırmalar sonucu ortaya çıkan teorik bir yaklaşımdır (Khan, 2011). Bireylerin hem bireysel hem de grup içinde öğrenenler olarak zihinsel model oluşturmalarını kolaylaştırmaya yönelik bilgi kaynaklarını, öğrenme aktivitelerini ve eğitim stratejilerini bir araya getiren herhangi bir uygulamadır (Gobert ve Buckley, 2000). Zihinsel modeller, doğrudan deneyimlenemeyen olguyu tanımlamak ve açıklamak için kullanılan bilişsel yapı ya da içsel şemalardır (Coll, France ve Taylor, 2005). Bunların doğru ya da tam olması gerekli değildir ve her bireye özeldir çünkü her birey kendi zihninde yapılandırır (Redish, 1994).

Modelleme, zihinsel modelleri oluşturma, eleştirme, değiştirme ve ifade etmeyi içerirken (Darden 1991; Nersessian 2002), zihinsel modelleri oluşturma, eleştirme ve zenginleştirme model temelli öğretimi zenginleştirmektedir. Model temelli öğretim öğrencileri, kendi zihinsel modelleri oluşturmaları, oluşturdukları modelleri değerlendirmeleri ve değiştirmeleri olmak üzere üç temel bilişsel süreçte destekler (Khan 2007; Clement ve Rea-Ramirez 2008; Windschitl, 2004).

Modelleme ve araştırma-sorgulama birbirinden bağımsız değildir, bu nedenle iki kavram bir araya getirilip Model Tabanlı Araştırma- Sorgulama (model-based inquiry) ortaya çıkarılmıştır (Khan, 2007; Passmore, Stewart ve Cartier, 2010; Xiang, 2011). Schwarz ve Gwekwerere (2007) model tabanlı araştırma-sorgulamayı, bilimsel model ve açıklamaların test edilmesi, revizyonu ve üretilmesine odaklanan sorgulama olarak tanımlarken; Khan (2007) ise bir olgu hakkında sorgulama yaparken kişinin sahip olduğu zihinsel modellerinin değiştiği sorgulama olarak tanımlamıştır.

Model tabanlı araştırma- sorgulama, fen eğitimcileri arasında gelişmekte olan bir eğitim stratejisi olarak kabul edilmektedir. Bu yaklaşım, doğal dünyaya ilişkin daha karmaşık anlayışları geliştirmek ve hipotezleri test etmek için çalışan bilim insanlarının çalışmalarını gerçekçi bir şekilde yansıtır (Neilson, Campbell ve Allred, 2010). Model tabanlı araştırma- sorgulamada öğrencilerden bir kavrama ilişkin kendi anladıklarını gösteren bir model tasarımları istenir (Windschitl, Thompson, ve Braaten, 2008; Oh ve Oh, 2011). McComas (2004) model temelli sorgulamayı aşağıdaki şekilde şematize etmiştir.



Şekil 2.2. Model Temelli Sorgulama İçin Yol Haritası

Şekil 2.1'i incelediğimizde modellemenin model temelli sorgulama için bir basamak olduğu görülmektedir. Ayrıca modellemenin; model temelli öğretim ve model temelli sorgulamanın her ikisinin içerisinde yer alan temel bir süreç olduğu görülmektedir.

Oh ve Oh (2011) fen eğitiminde modellerin doğası ve sınıflarda kullanımını Tablo 2.3'deki gibi özetlemiştir.

Tablo 2.3. Modellerin Doğası ve Fen Sınıflarında Kullanımı

Konu	Özet
Modelin anlamları	<ul style="list-style-type: none"> Model, hedefin gösterimidir. Model, bir kuram ve olgu arasında "köprü" ya da aracı gibidir.
Model yapmanın amaçları	<ul style="list-style-type: none"> Model, doğal olayların tanımlanması, açıklanması ve öngörülmesinde rol oynar ve bilimsel fikirler ile diğerleri arasında bağlantı kurar.
Bilimsel modellerdeki çeşitlilik	<ul style="list-style-type: none"> Aynı hedefe ilişkin çeşitli modeller geliştirilebilir çünkü bilim insanlarının hedefin neye benzediğine ve nasıl çalıştığına ilişkin farklı düşünceleri olabilir.
Bilimsel modellerde değişim	<ul style="list-style-type: none"> Modeller deneysel ve kavramsal olarak test edilir ve bilimsel bilgilerin gelişimi sürecinde değişebilirler. Öğretmenlerin fen sınıflarında modelleri, bazı şeylerin nasıl çalıştığını göstermek ve karmaşık bilgileri açıklamak için kullanmaları avantaj sağlar.
Modellerin fen sınıflarında kullanımı	<ul style="list-style-type: none"> Öğrenciler model yapmaya çalışırken araştırma, açıklama, yorumlama, uygulama ve modelleri yeniden düzenleme gibi çeşitli becerileri deneyimleme fırsatı olur.

2.2.3. Modellerin Fen Sınıflarına Sağladığı Avantajlar ve Sınırlılıklar

Modellerin, fen sınıflarında bazı avantajlar sağladığı görülmektedir. Bunlar:

- Fen Bilimleri dersinin öğretilmesi sırasında çoğunlukla karşılaşılan *soyut kavramların öğrenilmesi zorluğu* modellerin yardımı ile aşılabılır.
- Modeller olayı basite indirgeyerek *birçok duyu organının* bir arada kullanılarak öğrenmenin oluşmasına yardımcı olabilir.
- Modellerle öğrencilerin konuya odaklanması sağlanabilir (Aslan ve Doğdu, 1993).
- Modeller ile karmaşık olgular basitleştirebilir (Meydan, 2001; Justi ve Gilbert, 2002).
- Model yapmak hem elleri hem de gözleri çalıştırdığı için beyinin birden fazla bölgesinin uyarılmasını böylelikle yaparak-yaşayarak öğrenmeyi sağlar (Haury, 1989; Lavoie, 1993).
- Modelle kavramların, öğrenilmesi sırasında öğrencilerin birbirleriyle ve öğretmenleriyle olan *sosyal ilişkilerinde* de olumlu gelişmeler olabilir (Aslan ve Doğdu, 1993; Yıldırım, 2004).
- Yanına gidilmesi* (yanına yaklaşılabilen ya da zaman ve uzaklık yönünden ulaşılabilen) veya *sınıfa getirilmesi mümkün olmayan* (duyu organlarının algı

sınırlarını aşan büyüklük ya da küçüklükte) olay, olgu ve varlıkları, gerçek yüzleriyle sınıfa taşır (Aslan ve Doğdu, 1993; Meydan, 2001).

- Gerçek olmayan soyut düşünce, tasarı ve kavramların açıklanmasına yardım eder (Meydan, 2001).
- Modeller öğrencilerin motivasyonlarını arttırdığı gibi sunulan bilgilerin görsel olarak da kodlanmasına yardımcı olmaktadır (Halis, 2002; Greca ve Moreira 2000; Sezgin ve Köymen 2002).

Fen sınıflarında öğretim materyali olarak kullanılan üç boyutlu modeller sınıf ortamını canlandırmasına rağmen çeşitli sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlar;

- Çok kalabalık grup karşısında kullanıldığında en iyi üç boyutlu model bile çok yakında oturanların dışındakilere iki boyutlu olarak görünür.
- Fabrika yapısı olan bazı modeller pahalı ve bakımı güçtür.
- El yapımı modeller (hands-on models) dayanıksızdır (Çilenti, 1984).
- Gerçeğine uygun olmayan modellerin kullanımı öğrencilerin öğrenmesinde bir karışıklık meydana getirebilir.
- Model gereksiz kullanıldığında öğrencilerde sıkılmalar meydana gelebilir.
- Model sağlıklı ortamlarda saklanmaz ise çok çabuk yıpranabilir (İşman, 2003).

Fen sınıflarında öğrencilerin bireysel ya da grupta oluşturdukları modelleri etkili bir şekilde kullanılması ile fayda sağlanabilir. Bu amaçla öğretmenler, öğrencilere oluşturdukları modellere ilişkin tartışmalara katılımını sağlamak için aşağıdaki soruları yöneltebilirler.

- Modelinizin benzerlik ve farklılıkları nelerdir?
- Modeliniz olgu ya da olayın hangi farklı kısımlarına dikkat çekmektedir?
- Hangi model olguyu en iyi açıklamaktadır?
- Modelimize ne/neler ilave edilmesi gerektiği konusunda sınıfça bir uzlaşmaya varabilir miyiz? (Mayer, Damelin ve Krajcik, 2013).

2.3. Probleme Dayalı Öğrenme

Temelleri Socrates'e kadar dayanan Probleme Dayalı Öğrenme (PDÖ), aktif bir öğretim modeli olarak (Sağır, Çelik ve Armağan, 2009), var olan karışıklığın çözümü için deneysel öğrenmeyi (yaparak, yaşayarak) benimser ve gerçek hayat problemlerini temel alır (Torp ve Sage, 1998).

Howard Barrows 1976 yılında Kanada McMaster Üniversitesinde PDÖ'yü ilk tıp eğitiminde kullanmıştır ve dünyanın birçok ülkesinde hukuk, mühendislik, mimarlık, eğitim, sanat, psikolojik danışma, coğrafya, liderlik eğitimi, matematik, fen gibi farklı disiplin alanlarında da kullanılmasına öncülük etmiştir (Lam, 2004). Yurt dışındaki ilk ve ortaöğretim kurumlarında PDÖ çalışmaları 1990 yılında başlamış olup, ülkemizde ise 2000'li yıllardan itibaren ilgili araştırma ve tezler yapılmaktadır (Kılınç, 2007). Fen eğitiminin uygulamaya, işbirliğine ve yoruma dayalı yaşamla iç içe olması sebebiyle günümüzde hızla artan bir oranla PDÖ yaklaşımı kullanılmaktadır (Şenocak, 2005).

PDÖ, problem çözmeye dayanan ve öğrenenlerin problem çözme becerilerini ve alan bilgilerini geliştiren, öğrenme sürecinde onları merkeze alan bir modeldir (Major, 1999). Torp ve Sage (2002), PDÖ'yü, karmaşık gerçek hayat problemlerinin araştırılması ve çözülmesi etrafında düzenlenmiş olan, odaklanmış, deneysel öğrenme olarak tanımlamışlardır. PDÖ, bağımsız öğrenmeyi ve yüzeysel yorumdan daha çok derinliğine anlamayı ön plana alır (Prpic ve Hadgraft, 2002).

PDÖ'nin amaçlarından birisi öğrencilerin grup çalışmasına ve bireysel çalışmaya etkin olarak ve yaratıcı bir şekilde dahil olması ve bu sayede bilgi ve becerileri bir yerden başka bir yere aktarmasıdır (Tick, 2007). Böylelikle öğrenenler, bilinçli bir şekilde izlemek istediği öğrenme stratejisine ve öğrenme süresine özerk olarak karar verme özgürlüğüne sahip olabileceklerdir (Ali, Hukamdad, Akhter ve Khan, 2010). De Grave ve diğerleri (2001) ise PDÖ'nin problemi analiz etmeye odaklanan bir yaklaşım olduğunu ve öğrenmenin kendi kendine öğrenerek bilgiyi uygulamak olduğunu belirterek bu görüşü desteklemişlerdir.

Torp ve Sage (2002) PDÖ sürecinde öğretmenlerin, araştırmacı gibi öğrencilere katılmak ve danışman göreviyle öğrencilere yardımcı olmak üzere, araştırmaya katılan bireyler olduğunu belirtmiştir. Kaptan ve Korkmaz (2001) ise daha ayrıntılı bir tanımlama yaparak öğretmenlerin rolünü şu şekilde ifade etmiştir: Öğretmen rehberdir; fikirleri sorgular; öğrenmeyi yansıtır; öğrenenlerin düşüncelerini ortaya çıkarır; öğrenci

katılımını sağlar; grup dinamiğini oluşturur; süreci yönlendirir; öğrenenle birlikte öğrenendir. Öğrencilerin rolü ise Torp ve Sage (2002) tarafından karmaşık ve sonuçları ortaya çıkmış bir problemle meşgul olan bireyler olarak ifade edilirken; Kaptan ve Korkmaz (2001) ise bilgiyi yapılandıran; ferdi ve grup çalışmalarında sorumluluk alan; bilgiyi paylaşan ve problemin tanımladığı rolü üstlenen bireyler olarak belirtilmişlerdir. Savery (2006), PDÖ yaklaşımının başarı ile uygulanması için en kritik noktanın problemlerin doğru bir şekilde seçimi olduğunu belirterek, bunun için iyi yapılandırılmamış problemlerin (çoğu kez disiplinler arası) tercih edilmesini önermiştir. İyi yapılandırılmamış problemler, basit algoritmalarla çözülemeyen, karmaşık, günlük hayat problemlerini içermektedir. Benzer şekilde Koschmann ve diğerleri (1994) de iyi problemlerin çoğunlukla disiplinler arası çözümler gerektirdiğini belirterek, disiplinler arası problemlerin bilgilerin yapılandırılmasına yardım edeceğini ileri sürmüşlerdir. Açıkgöz (2003) ise ilgili konunun sorunlarını yansıtan, öğrencilerin öğrendiklerini sentezleyip kullanmalarına elverişli olan ve onları düşünmeye iten açık uçlu problemlerin seçilmesi gerektiğini belirtmiştir.

2.3.1. Problem ve Problem Çözmenin Tanımı

Bireylerin, gelecekte karşılaşılabileceği problemlerin üstesinden gelebilecek şekilde yetiştirilmesi eğitimin öncelikli hedeflerinden biri olduğu için (Charles ve Lester, 1982) problem ve problem çözmenin yapısı ile problem çözümede başarının artırılması pek çok eğitimci ve psikolog tarafından üzerinde çalışılan bir konudur (Kılıç ve Samancı, 2005). Bunun yanı sıra, Allison ve Allison (1993) doktorluk, mimarlık, avukatlık ve öğretmenlik vb. mesleklerde çalışanların problem çözme yeteneğine sahip olmaları gerektiğini vurgulamıştır.

Problem çözmenin ne olduğuna değinmeden önce problemin ne olduğundan bahsetmek gerekirse farklı farklı tanımlamalarla karşılaşmak mümkündür. Sözlük anlamı olarak bakıldığında problem (sorun), araştırılıp öğrenilmesi, düşünülüp çözümlenmesi, bir sonuca bağlanması gereken durum olarak tanımlanmıştır. Dewey'e göre problem, insan zihnini karıştıran, ona meydan okuyan ve inancı belirsizleştiren her şey (Akt: Gelbal, 1991), Bingham (1998)'a göre bir kimsenin ulaşmak istediği hedef doğrultusunda ilerlerken karşısına çıkan engel olarak ifade edilirken, Morgan (1999) tarafından, bireyin bir hedefe ulaşmada engel ile karşılaştığı bir çatışma durumu olarak

tanımlanmıştır. Adair (2000) ise problemi, bireyin önüne atılmış, onu engelleyen bir durum olarak tanımlamaktadır. Yukarıdaki tanımlamaların ortak özelliklerine bakıldığında, bir durumun problem olabilmesi için, birey için bir güçlük olması, bireyin bu problemle daha önce hiç karşılaşmamış olması ve onu çözmeye ihtiyaç duyması gerektiği söylenebilir (Altun, 2000; Baykul, 2004). Bu açıdan problem, bir soruyu cevaplamak, bir nesnenin yerini belirlemek, bir işi güvence altına almak, bir öğrenciyi öğretmek gibi şeyler olabilir (Schunk, 2009).

Problem kavramından yola çıkılarak problem çözmeye yönelik birçok tanımlama yapılmıştır. Problem çözme;

Cooper (1986)'a göre, çözümün hemen bilinmediği durumlarda çözüme ulaşmak için yapılması gereken eylemler dizisi,

Heppner ve Krouskopf (1987)'a göre karışık içsel ve dışsal istek ve arzuların uyumu için bilişsel ve etkili davranışsal süreçler,

Ülküer (1988)'e göre, bireyin bir amaca erişmekte karşılaştığı güçlükleri hissedişinden ona çözüm bulana kadar geçirdiği bir düşünme ve problemi yenme süreci,

Bingham (1998)'a göre, bireyin belli bir amaca ulaşmak için karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldırmaya yönelik bir dizi çabayı gerektiren bir süreç,

Morgan (1999)'a göre, bireyin karşılaştığı engeli aşmasının en iyi yolunu bulması,

Altun (2008)'a göre, ne yapılacağına bilinmediği durumlarda yapılması gerekeni bilme,

Schunk (2009)'a göre ise kişilerin otomatik bir çözümlerinin olmadığı bir hedefe ulaşma çabaları olarak tanımlamıştır. Yapılan tanımlamalara bakıldığında problem çözmeyi, bireyin karşılaştığı ve onu rahatsız eden bir engeli hissedişinden başlayarak, ortadan kaldırmaya çalışmak için çabalama süreci olarak ifade etmek mümkündür.

Problem çözme; bireyin belli bir problemi algılaması ile başlayan ve probleme çözüm buluncaya kadar devam eden bilişsel ve davranışsal bir süreçtir ve belli bir amaca erişmek için karşılaşılan güçlükleri ortadan kaldırmaya yönelik bir dizi çabadan oluşmaktadır. Bu süreç, içinde bulunulan şartlara uymak, engelleri ortadan kaldırmak ve kişiyi bir iç dengeye kavuşturmak gibi etkinlikleri içermektedir (Öğülmüş, 2001).

Bireyler günlük yaşantılarında problem çözmeye yönelik pek çok durumla karşılaşmaktadırlar. Bireylerin günlük yaşantılarındaki problemlerine genellikle kişisel deneyimlerine, geleneklere veya otorite figürlerine başvurarak çözüm aradıkları görülmektedir (Karasar, 2005).

Bilimsel problem çözüme sürecinde öğrenci, bir güçlüğün farkına varır, tanımlar, çözüm için öneriler geliştirir, bunları sınar ve sonuçlara ulaşır (Çepni, 2005). Problem çözmenin hedefleri sürecin tüm aşamalarında düşünmeyi gerektirir. Bu da problem çözmenin sadece sonuca ulaşma becerisi olarak bilinmemesi için iyi bir gösterge kabul edilebilir (Çakmak, 2003). Öğrencilerin problem çözüme becerilerini öğrenmelerini onların yeni durumlarla karşılaştıklarında öğrendikleri problem çözüme becerilerini stratejilerini kullanarak yeni duruma daha kolay uyum sağlamalarına olanak vereceği gibi sorunların diğer bakış açılarıyla bakabilmelerinde fırsatı sağlayacaktır (Elias, 2003).

Gagne ve Skinner gibi araştırmacılara göre bireylerin geçmişi problem çözüme sürecinde en önemli değişken olarak görürlerken, Köhler ve Mair gibi araştırmacılar bireylerin karşı karşıya kaldığı durumu algılama biçimini önemli olarak görürler (Hepner, 1978). Ayrıca, bireylerin problem durumunu çözmeye yönelmesi; psikolojik uyumu, cesareti, isteği ve kendine güven duygusu ile ilişkilidir (Hunsaker ve Alessandra, 1980; Heppner ve Anderson, 1985; Erden ve Akman 1995). Problem çözüme becerisine güvenmeyen bireylerin, problem çözmek için odaklanmaya az zaman ayırdıkları, çözüm için uygun düşünceler geliştiremedikleri görülmektedir. Bunun da bireylerin kaygı düzeylerini daha da yükselttiği ve dolayısıyla karşılaştıkları problemleri etkili çözüme yetersiz kaldıkları göz önüne alınırsa (Jerah, Hasija ve Malhotra, 1993) araştırma sürecinde öğretmen adaylarının belirlenen problemlere yönelik üç boyutlu model oluşturmalarının onların problem çözüme becerilerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2.3.2. Problem Türleri

Literatürde problem türleri ile ilgili bağlı oldukları konu, durum ve yapıya bağlı olarak farklı sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür. Örneğin; matematik dersinde karşılaşılan problemler çözümü için gerektirdiği beceri, düşünme ve çabaya göre; rutin (sıradan-dört işlem) ve rutin olmayan (sıra dışı-gerçek) şeklinde sınıflandırılmıştır (Altun, 2005).

Rutin problemler, çözüm için dört işlem becerilerinin yeterli olan ve günlük yaşamda karşılaşılan problemlerdir. Rutin problemler, bireylerin günlük yaşamda gerekli işlem becerilerini geliştirmeleri ve problemde geçen bilgileri matematiksel olarak ifade etmeyi öğrenmeleri için önemlidirler (Yazgan, 2007, s.251).

Rutin olmayan problemler ise çözümü için dört işlem becerisinin ötesinde, organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı gerektirir ve bundan dolayı bu tür problemlere gerçek yaşam problemleri de denir (Altun, 2000). Rutin problemlere “Ayşe ile Fatma’ nın yaşları toplamı 42 dir. Ayşe’ nin yaşı Fatma’ nın yaşının iki katından üç eksik olduğuna göre Fatma kaç yaşındadır?” örnek olarak verilebilirken; “Boyutları 3m, 2m ve 4m olan dikdörtgenler prizması şeklindeki bir kutuya boyutları 1m, 1m ve 2m olan dikdörtgenler prizması şeklinde kaç kutu yerleştirilebilir? ise rutin olmayan problemlere örnek olarak verilebilir (Altun, 2000).

Problemler genel olarak ele alındığında ise yapı bakımından iyi yapılandırılmış (well structured) problemler ve iyi yapılandırılmamış (ill structured) problemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Akay, 2006, s.22).

İyi yapılandırılmış problemler, tek çözümü olan ve çözümü önceden işlenmiş olan konuya bağlı olan problemlerdir (Jonassen, 1997, s.68). Ayrıca problemin başlangıç durumu, izlenecek işlemler, ulaşılabilecek amaç ifadelerinin hepsi problem ifadesinde tanımlıdır (Chi ve Glaser, 1985). Matematik problemleri, fizik ve kimya deneyleri ve günlük hayattaki problemler iyi yapılandırılmış problemlere örnek olarak verilebilir (Chi ve Glaser, 1985; Hong, 1998). İyi yapılandırılmış problem senaryoları, iyi organize edilmiş ve açıkça bir çözüm için öğrenciye yol gösterebilecek şekilde düzenlidir ve karmaşık değildir (Koçakoğlu, 2010).

İyi yapılandırılmamış problemler ise, birden çok çözümü olan problemlerdir. İyi yapılandırılmamış problemlerin ifadesinde problemin çözümüyle ilgili bilgiler az ve yeterince açık olmamakla birlikte (Chi ve Glaser, 1985; Hong, 1998), bu tarz problemler öğrenenlere daha ilginç ve anlamlı gelmektedir (Jonassen, 1997, s.68). İyi yapılandırılmamış problemlerde, bir sorunun varlığı hissedilir ancak sorunun ne olduğu açıkça ifade edilmez (Aldağ, 2005, s.69). Ayrıca iyi yapılandırılmamış problemler günlük yaşamda karşılaşılan problemleri kapsayan problem türleridir (Akay, 2006, s.23).

Ayrıca literatürde iyi yapılandırılmış ve iyi yapılandırılmamış problemlere ek olarak kapalı-uçlu ve açık-uçlu problemler şeklinde farklı problem türleri olarak sınıflandırma ile karşılaşmak mümkündür (Jonassen, 1997). Eğer problemin yanıt sayısı tek ise kapalı-uçlu, yanıt sayısı birden fazla ise açık-uçlu olarak tanımlanan problemler olarak sınıflandırılmışlardır. Ayrıca var olan bilgi ve problem durumunun açıklığı, çözüm sürecinde uygulanacak yöntemlerin açıklığı ve bu yöntemler ile çözümlerin çeşitliliği açısından kapalı-uçlu problemlerden açık-uçlu problemlere doğru bir süreklilik gösterir (Sak ve Maker, 2005).

2.3.3. Probleme Dayalı Öğrenme ve 3D Modellerin Bu Süreçteki Rolü

Modellerin sınıflandırılmasına bakıldığında, çok çeşitli model türleri olduğu için modellerin problem çözme sürecine katkısı da problem çeşitlerinin hangi modellerle ilişkilendirildiğine bağlı olarak değişebilir. Örneğin; $F=m.a$ gibi matematiksel modeller herhangi bir problemin çözüm sürecinde verilene bağlı olarak doğrudan kullanılarak sonuca ulaşmaya doğrudan katkı sağlarlar. Ya da öğrenilmek istenen hedefin üç boyutlu olarak ifade edilebildiği göz modeli, DNA modeli gibi modeller elle tutulup incelenebildiği, takıp sökülebildiği için öğrencilere birebir uygulama şansı verir. Problemlerin türüne göre bu modeller doğrudan çözümü göz önüne serebileceği gibi dolaylı olarak da çözüm için kullanılabilirler. Herhangi bir problemin çözümünde modellerin kullanılması problemlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayabileceği gibi çözüm sürecine de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tabii bu süreçte probleme dayalı öğrenme başlığı altında belirtildiği gibi, problemlerin oluşturulması en kritik rolü oynar. Oluşturulan problemlerin, günlük yaşamları ile ilişkili olacak şekilde iyi yapılandırılmamış tarzda olması, öğrencileri problemin çözümü için daha fazla düşünmeye ve çaba harcamaya iteceğinden daha faydalı olacağı öngörülmektedir. Bunun yanı sıra modellerin sınıf ortamında nasıl oluşturulduğu ve bunun problem türleri ile ilişkisi de araştırılmaya değer bir konu olarak görüldüğü için bu araştırmanın odak noktasını oluşturmaktadır.

Bilimsel bir problemin çözümlenmesi sürecinde doğrudan yer alan öğrenciler aktif öğrenme şansı elde etmekle birlikte (Sönmez ve Lee, 2003; Chin ve Chia, 2004) doğrudan ve etkin bir şekilde katılımının onların anlamlı öğrenmesini sağladığı için

(Harris ve diğeri, 2001) fen konularına ilişkin bir problemi çözmek için bireylerin kendilerinin üç boyutlu bir model oluşturması öğrencilere yaparak-yaşayarak öğrenme fırsatı vereceğinden eğitim-öğretim sürecine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca 2000 yılından itibaren hazırlanan fen programlarına bakıldığında öğrencilerin merkeze alındığı görülmekle birlikte, onların zengin öğrenme yaşantıları geçirmelerine olanak sağlayacak öğrenme ortamlarının yaratılması gerektiği (Yaşar, 1998) düşünülmektedir.

Bütün bunlar dikkate alınarak, öğretmen adaylarının ilgili konulara yönelik oluşturulan problemleri yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış üç boyutlu modeller oluşturarak çözmeye çalışmalarının, onların genel olarak problem çözme becerilerine etkisi bu çalışmada araştırılan değişkenler arasında yer almaktadır.

2.4. Bilimsel Yaratıcılık

Bilimsel ve teknolojik yaratıcılık küreselleşen ekonomide tartışılan konuların merkezinde yer almaktadır (Florida, 2005; Friedman, 2005; National Academy of Sciences, 2006) ve bilimsel yaratıcılık son zamanlarda önemli bir eğitim hedefi ve milletlerin refahı üzerinde sosyal bir konu haline gelmiştir (Choe, 2006). 1992 yılından günümüze kadar geliştirilen fen programlarına bakıldığında yaratıcı ve eleştirel düşünme becerilerine sahip bireyler yetiştirilmesi fen bilimleri dersinin amaçlarından birisidir (Dindar ve Taneri, 2011; MEB, 2013). Bunun yanı sıra NGSS'de vurgulanan temel noktalardan birisi de yaratıcılıktır (NGSS, 2013). Bu nedenle öğrencilere bilimin gerçekçi bakış açısı kazandırılmak isteniyorsa fen sınıflarında yaratıcılığa yer verilmesi gerektiği araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Shanahan ve Nieswandt, 2009).

Bilim insanlarının yaptığı araştırmalara göre her insan belli bir alanda yaratıcıdır (Baer, 1998; Plucker ve Zabelina, 2009; Hong ve Milgram, 2010). Örneğin, bir kişi müzikte ya da edebiyatta yaratıcı iken resimde yaratıcı olmayabilir ya da benzer şekilde bir kişi kimya alanında yaratıcı olup, resim yapma alanında yaratıcı olamayabilir. Bu nedenle genel yaratıcılık ve bilimsel yaratıcılığı ayırmak gereklidir (Liang, 2002; Lin, Hu, Adey ve Shen, 2003). Literatüre bakıldığında fen konularındaki yaratıcılığın 'bilimsel yaratıcılık' olarak ifade edildiği görülmekle birlikte (İşler ve Bilgin, 2002; Aktamış ve Ergin, 2006), bilimsel yaratıcılığın birbirinden farklı tanımlamaları ile karşılaşılmak mümkündür. Bilimsel yaratıcılık;

Getzels ve Csikszentmihalyi (1967)'ye göre, sadece verilen problemi çözmek değil, yeni sorular oluşturabilme yeteneğidir.

Thomas ve Chess (1977)'a göre, bilimsel yöntem ya da bilimsel süreçle ilgili bilime yapılan sıra dışı ve orijinal katkıdır (Akt: Rawat, 2010).

Holmes (1992)'a göre, bilim ya da bilimsel üretkenlikte, sıra dışı ve orijinal üstünlükle ilgilidir (Akt: Rawat, 2010).

Hu ve Adey (2002)'e göre, bir çeşit entelektüel özellik veya üretme yeteneği veya orijinal ve bireysel ya da toplumsal bir değeri olan bir ürünü üretebilme potansiyelidir.

Liang (2002)'a göre ise bilim alanında hali hazırda var olan teori ve bilinenlere yeni bir şeyler ekleyebilmek, sorunların temeline inerek mevcut teorileri yeniden değerlendirerek yeni teoriler ortaya koymak ve daha önce fark edilmeyenleri fark etmek ya da daha önceleri yapılmamış olanları yapmak olarak nitelendirilmiştir.

Mohamed (2006)'e göre, ön bilgilere dayalı olarak bilimsel alanda problemleri hissetme, teori geliştirme; yeni, özgün fikirler ve ürünler ortaya koyma ile ilgili bilimsel etkinliklerdir.

Heller (2007)'a göre, bilim alanında veya fizik gibi bir konuda özel yeteneğe sahip olma olarak tanımlanmaktadır.

Ghassib (2010)'e göre bilimsel yaratıcılık bilgi üretimi için temeldir. Bilimsel yaratıcılığın temeli, epistemik bilgide, alan temelli uzmanlıkta, bilim insanı ve bilim insanının bilginin yeni kombinasyonlarını yaratma ve bu yeni kombinasyonları açıkça değerlendirme ya test etme yeteneğinde yatmaktadır.

Grosul (2010)'a göre, kullanışlı ve adapte edilebilen bilimsel teoriler, araştırma yöntemleri veya deneysel bulgular üretmek için gerekli kişisel yetenek; bilim insanını, sıra dışı ve kullanışlı bir ürün üretmeye yatkın kılan kişisel nitelik olarak tanımlamıştır.

Rawat (2010), bilim ve teknoloji alanında eşsiz bir üretim, bilim ve teknoloji alanında yaratıcı katkı için, eşsiz bir bilimsel süreç olarak tanımlamıştır.

Yukarıdaki tanımlamalara bakıldığında bilimsel yaratıcılık, araştırılan bir probleme ilişkin önceki bilgiler ışığında farklı ve orijinal tasarımlarla o probleme çözüm oluşturma süreci olarak ifade edilebilir. Ayrıca bu sürecin bir ürünle sonlandırılması tanımlarda vurgulanan bir özellik olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bilimsel yaratıcılık genelde sahip olunan bilgileri doğru bir şekilde kullanmayı, analiz, sentez yapmayı, kısacası bu bilgileri yeni durumlara uyarlamayı gerektirir. Örneğin, bir heykeltıraşın yeni ve diğerlerinden farklı bir heykel yaratması ile bir öğrencinin bir pet şişeyi herhangi bir problemin çözümünde kullanmayı düşünebilmesi arasında fark vardır. Öğrenci pet şişenin özelliklerini bildiği ve amacına uygun olarak doğru kullanmak istediği için pet şişeyi, fark ettiği probleme çözüm oluşturmak amacı ile kullanmış olabilir (Şahin-Pekmez, Can-Taşkın ve Aktamış, 2010). Öğrenci sahip olduğu bilimsel deneyimleri ve önceki bilgileri sayesinde pet şişeyi hangi amaçla kullanacağına karar verir. Bu durumda, Arşimet'in suyun kaldırma kuvvetini tesadüfen banyo yaparken nasıl bulduğu tartışma konusudur. Arşimet o sırada bilgileri analiz sentez mi yaptı? Ya da çok gelişmiş bilimsel deneyimlere mi sahipti? diye düşünülebilir. Ancak Arşimet'de olduğu gibi rastgele, tesadüfen olan veya ani bir şimşek çakması sırasında da yaratıcılık ortaya çıkabilir. Yani, Arşimet'in beyninde de bir problem vardı ve bunu çözmek için sürekli düşünüyordu. Böylelikle Arşimet banyoda suyun kaldırma kuvvetini keşfetmiştir (Terzioğlu, 1993).

Bilimsel yaratıcılık diğer yaratıcılıktan farklıdır (İşler ve Bilgin, 2002). Çünkü yaratıcı bilimsel deneyimler, yaratıcı bilimsel problem bulmalar ve çözmeler; yaratıcı bilimsel etkinliklerle ilgilidir (Hu ve Adey, 2002).

Bilimsel yaratıcılığı etkileyen faktörlere bakıldığında, seçkinlik, yaş, aile geçmişi ve cinsiyet değişkenleri öne çıkmaktadır. Seçkinlik, iyi bir yerde çalışan bilim insanlarının ortaya çıkardıkları ürünün daha fazla ilgi görmesidir. Başarılı olduğu kabul edilen bir üniversitedeki akademisyenlerin çalışmalarının diğer üniversitedekilere göre daha çok değer bulması bu duruma örnek olarak verilebilir (Stumpf, 1995). Aile geçmişi bilimsel yaratıcılığı etkileyen faktörlerden birdir. Başarılı bilim insanları aileleri sayesinde iyi bir eğitim görmüştür (Simonton, 2009).

Bilimsel yaratıcılığı eğitimin altyapısına yerleştirebilmek için ise öncelikle “*Gerçek bilim adamları ne yapar?*” sorusu temel alınmalıdır. Daha sonra ise çocuğun ihtiyacı ve yeteneklerine uygun olarak bilimsel yaratıcılığı geliştirecek yaklaşımlar benimsenmeli,

yöntem ve teknikler uygulanmalıdır (Kind ve Kind, 2007). Fen bilimlerinde yaratıcı olarak adlandırılan bireyler, olaylar hakkında diğer insanların fark edemediği bağlantıları kendiliğinden, doğal olarak kurabilen bireylerdir. Fikirleri analiz ederler ve bu fikirleri diğerleri ile karşılaştırarak bir değerlendirme yaparlar. Bir teoriyi uygulamaya koyabilme veya soyut fikirleri somut, pratik ve başarılı uygulamalara dönüştürebilme becerisine sahiptirler (Stencel, 1995).

Çeşitli kaynaklara göre bilimsel yaratıcılığın bileşenleri incelendiğinde Tablo 2.4' deki gibi özetlemek mümkündür.

Tablo 2.4. Çeşitli Kaynaklara Göre Bilimsel Yaratıcılığın Bileşenleri

Kaynaklar	Bilimsel yaratıcılığın bileşenleri
Kocabaş (1993)	*Motivasyon, *Problemi doğru olarak belirleme yeteneği, *Araştırma yapabilme yeteneği, *Zamanını doğru kullanabilme yeteneği, *Sabır
Colton ve Steel (1999)	*Tutarsızlıklar, *Bilinmeyen alanlar *Keşfetmek
Hu ve Adey (2002)	*Süreç(düşünme ve hayal etme) *Karakter (akıcılık, esneklik ve orijinallik) *Ürün (bilimsel sorun, bilimsel olgu, bilimsel bilgi, teknik ürün)
Aktamış ve Ergin (2007)	*Sorunun farkına varma ve onu sınırlandırma, *Çözüm için hipotezler kurma, *Hipotezleri test etme, *Sonucu bulma, *Kabul, ret ya da onarma
Stierna ve Villalba (2009)	*Girdiler (motivasyon gibi bireysel kaynaklar) *Süreç (bilimsel basamaklar) *Çıktılar (ürünün niteliği)

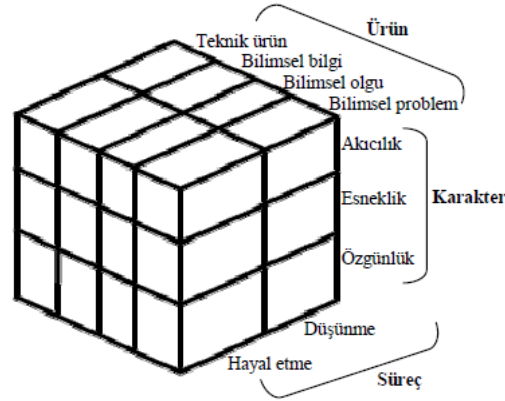
Hu ve Adey (2002) tarafından bilimsel yaratıcılığın özellikleri şu şekilde belirtilmiştir:

- Bilimsel yaratıcılık, bir çeşit beceridir.
- Bilimsel yaratıcılık, bilimsel bilgi ve becerilere bağlı olmalıdır.
- Bilimsel yaratıcılık, durgun yapı ve gelişimsel yapının birleşimi olmalıdır.
- Yetişkin ve olgun bilim adamları bilimsel yaratıcılığın aynı temel zihinsel yapısına sahiptir fakat sonraları bu daha da geliştirilir.
- Yaratıcılık ve analitik zekâ zihinsel beceriden kaynaklanan tekil bir fonksiyonun iki farklı faktörleridir.

Araştırmada öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi Hu ve Adey (2002) tarafından “Bilimsel Yaratıcılık Modeli” esas alınarak geliştirilen ölçek kullanılarak tespit edilmeye çalışıldığından “Bilimsel Yaratıcılık Modeli”nden kısaca bahsedilmiştir.

2.4.1. Bilimsel Yaratıcılık Modeli

Hu ve Adey (2002) fen bilimlerinde bilimsel yaratıcılığı; yaratıcı süreç, yaratıcı karakter ve yaratıcı ürün olmak üzere üç boyutta inceleyen “Bilimsel Yaratıcılık Modeli”ni öne sürmüşlerdir.



Şekil 2.3. Bilimsel Yaratıcılık Modeli (Hu ve Adey, 2002)

Üç boyutta incelenen bu model bilimsel yaratıcılık ölçümlerinde teorik esas oluşturmuştur. Bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesinde de temele alınabileceği düşünülmektedir. Yaratıcı düşünme süreci iraksak düşünme ve hayâl etmenin bir bileşenidir. Bir bireyin yaratıcı düşünme yeteneği de; ürettiği düşüncelerin karakterinde, akıcılık, esneklik ve özgünlük özelliklerinin aranmasıyla ölçülebilir. Bilimsel yaratıcılığın özelliklerinden; akıcılık (çok sayıda fikir üretebilme), esneklik (aynı uyarıcı ile ilgili değişik fikirler üretme ve birbirinden değişik yaklaşımlar kullanma), orijinallik (yeni ve az rastlanan fikirler üretme) yeteneklerini de içerir (Torrance ve Goff, 1989). Fen bilimlerinde yaratıcı düşünme sonucu oluşturulacak ürünler teknik ürünler olmalı, bilimsel bilgiyi ortaya koymalı, bir bilimsel olgu ile ilişkili olmalı ve bir bilimsel problemi çözmek için tasarlanmalıdır (Hu ve Adey, 2002).

2.4.2. Bilimsel Yaratıcılık ve 3D Modeller

Yaratıcılığın önemli bir boyutu olan bilimsel yaratıcılığın, bilimsel bir problem durumunun çözümünde daha önce düşünülmemiş bir şeyi hayal ederek çözüm için bir ürün geliştirilmesi olarak ifade edilirse ve bu süreçte bilimsel yaratıcılığın önceki bilgiyi ve alan becerilerini kullanmayı gerektirdiği (Liang, 2002) dikkate alınırca var olan takıp sökülebilir modelleri kullanmak yerine öğretmen adaylarını direk işe koşarak kendilerinin model oluşturması onların bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Milli eğitimin genel amaçlarına ve fen ve teknoloji dersi özel amaçlarına bakıldığında yaratıcı düşünme becerisine sık sık vurgu yapılarak bu becerinin geliştirilmesi hedeflenmekle birlikte (MEB, 2004) Fen Bilimleri Dersi öğretmenlerinin yaratıcı düşünme becerisini öğrencilerine kazandırmaları vurgulanmaktadır. Fen bilimleri derslerinde öğrencilerin bilimsel bilgileri ezberlemesi değil, hayatları boyunca karşılaştıkları, fenle ilgili problemleri çözebilmelerinde ve zihinsel süreç becerilerinin uygulanmasında etkili olan bilimsel yaratıcılık yeteneğini mümkün olduğunca kazandırmak amaçlanmaktadır. Böylelikle öğrenciler bilim adamları gibi olaylara yaklaşarak, bilimsel öğrenmenin temelini oluşturacaktır (Regis, Albertazzi ve Roletto, 1996). Bilimsel işlerle uğraşırken yaratıcı olarak düşünmeyi öğrenen bireylerin bu becerilerini diğer alanlara da uygulayabilecekleri göz önüne alınırca (Meador, 2003) öğrencilere bu becerinin kazandırılması hayatları boyunca işe yarayacağı düşünülmektedir.

Kolaylaştırıcı bir çevre tasarlamak öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının gelişimi için kritik öneme sahiptir. Bilimsel yaratıcılığın, öğrencilerin bağımsızca çalışmalarına izin verilen, kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu aldıkları, risk almaktan ve hata yapmaktan korkmadan güvenli hissettikleri bir ortamda en iyi beslendiği (Lin, Hu, Adey ve Shen, 2003) göz önüne alınırca öğretmen adayları tarafından yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış üç boyutlu model oluşturmalarının bu sürece etkisinin nasıl olacağı araştırılmak için merak uyandıran bir konudur.

2.5. İlgili Araştırmalar

Bu kısımda ulusal ve uluslar arası alanda model kavramına yönelik olarak yapılan çalışmalar iki başlık altında sınıflandırılabilir. Bunlardan birincisi modellerin katılımcılar tarafından oluşturulduğu ya da hazır modellerin kullanıldığı genellikle akademik başarıya etkisinin araştırıldığı deneysel araştırmalardır. Diğeri ise öğrencilerin, öğretmen adaylarının ya da öğretmenlerin model kavramına yönelik algılarını ve deneyimlerini içeren tarama türü çalışmalardır. Aşağıda ayrı başlıklar halinde bu çalışmalar özetlenmiştir. Ancak burada yer alan araştırmaların hiç birisinde model oluşturma etkinliği bu çalışmadaki ile benzer şekilde (modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere farklı şekilde oluşturulması) ele alınmamıştır.

2.5.1. Modellere İlişkin Yapılan Deneysel Araştırmalar

Aşağıda ayrı paragraflar halinde bahsedilen araştırmalarda en çok modellerin oluşturulmasının ya da hazır modellerin kullanılmasının akademik başarıya etkisi araştırılmıştır. Bunun dışında problem çözme, bilimsel süreç becerileri, yaratıcılık ve motivasyon araştırılan değişkenler arasında yer almaktadır. Ayrıca modeller ile ilgili araştırmaların ilkokuldan üniversiteye kadar farklı öğretim kademelerinde ve ayrıca biyoloji, fizik ve kimyanın farklı konularında yürütüldüğü görülmektedir. Aşağıda yer alan araştırmaların yanı sıra alan yazında birçok çalışma bulunmakla birlikte bu çalışmalara yer verilmesinin nedeni, çalışma grupları, konu, bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler ile ilgili net ve ayrıntılı bilgi vermeleridir.

Esendemir (2014) modelleme ve bilgisayar animasyonları destekli sosyal yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim yönteminin onuncu sınıf öğrencilerinin insan üreme sistemi konusuyla ilgili kavramları anlamalarına, biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyonlarını artırmaya, başarı yönelimlerine etkisini geleneksel biyoloji öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelendiği bu araştırma ön-test ve son-test kontrol gruplu deneme modeli çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırma sonucunda deney grubunun kavramları anlamalarında ve biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyonlarında kontrol grubuna göre etkili olduğu ifade edilmiştir.

Lazarowitz ve Naim (2013) dokuzuncu sınıf öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında hücre konusunda üç boyutlu model oluşturma, üç boyutlu modellerin öğretmen tarafından gösterilmesi ve kitaptaki çizim, şekil gibi iki boyutlu genellikle kullanılan öğretim materyallerinin akademik başarıya etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre üç boyutlu model oluşturan gruptaki öğrencilerin akademik başarı puan ortalamaları diğer gruptaki öğrencilerden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur.

Yurdatapan ve Şahin (2013) fen bilgisi öğretmenliği 3. Sınıf öğrencilerinin Genetik ve Biyoteknoloji dersinde DNA kavramlarını öğrenmelerinde düz anlatım, model oluşturma ve animasyonların etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre animasyon etkinlikleri kullanılarak ders işlenen grubu akademik başarıları düz anlatıma göre daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Model oluşturma ile desteklenen öğretim ile anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Güneş ve Çeliker (2010) ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile ön test- son test kontrol gruplu deneme modeliyle gerçekleştirdikleri araştırmada hücre bölünmesi konusunda geleneksel öğretim, model oluşturma ve bilgisayar destekli öğretimin öğrencilerin akademik başarısını nasıl etkilediği incelenmiştir. Araştırma sonucunda model oluşturarak öğretim yapılan grup daha başarılı olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının yaparak yaşayarak daha iyi öğrenme gerçekleştirdikleri, yardımcı öğretim araçları kullanıldığında başarının olumlu bir şekilde arttığı tespit edilmiştir.

Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı (2008) ilköğretim 5. sınıf Fen ve Teknoloji dersi programındaki "Sindirim ve Görevli Yapılar", "Boşaltım ve Görevli Yapılar" ve "Çiçekli Bir Bitkiyi Tanıyalım" konularının öğrenilmesinde modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi incelemiştir. Bu amaçla 200 öğrenciden oluşan üç deney (model oluşturma) ve üç kontrol (düz anlatım) grubu ile yapılan araştırma sonuçlarına göre modelle öğretim yapılan öğrencilerin başarı oranlarında büyük ölçüde artış olduğu gözlenmiştir.

Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy (2006), moleküler genetik konusunda geleneksel öğretim, fiziksel modelleme ve ilüstrasyon modellerinin (resimlerin) etkilerini araştırmışlardır. İsrail'deki onbir ve onikinci sınıf öğrencileri ile yürütülen araştırma sonuçlarına göre her iki modelleme yoluyla öğrenim görmenin geleneksel yöntemle göre

bilgileri anlamada daha etkili olduğu görülmüştür. Buna ek olarak fiziksel olarak model oluşturmanın ilüstrasyon etkinliğine göre daha etkili olduğu bulunmuştur.

Sarıkaya, Selvi ve Doğan Bora (2004) tarafından 9. Sınıf öğrencileri ile ve ön test – son test deneme gruplu araştırma modeli yapılan bu çalışmada; mitoz ve mayoz konularının öğretiminde öğrenciler tarafından yapılan modellerin, öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Bilal (2010) Genel Fizik II dersi alan üniversite ikinci sınıf öğrencileri ile eşitlenmemiş kontrol gruplu öntest-son test araştırma modeli çerçevesinde yürüttüğü bu çalışmada; elektrik konusundaki akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve bilimsel bilginin doğasına yönelik inançları üzerindeki etkileri ve bunlar arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Deney grubunda modelleme yoluyla, kontrol grubunda ise geleneksel öğretim ile dersle işlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre modelleme yoluyla öğretimin elektrik konularındaki akademik başarı ve kavramsal anlamaları üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Buna ek olarak deney grubu öğrencilerinin akademik başarıları, kavramsal anlamaları ve epistemolojik inançları arasında anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir.

Ünal Çoban (2009) yaptığı çalışmada modellemeye dayalı etkinliklerle ve yapılandırmacı yaklaşım ile yürütülen fen ve teknoloji dersi 7. Sınıf Işık Ünitesinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, bilimsel süreç becerilerine, bilimsel bilgi ve varlık anlayışlarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, deney ve kontrol gruplarındaki öğrenciler arasında kavramsal anlama düzeyleri, bilimsel süreç becerileri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur. Bilimsel bilgiye yönelik görüşlerinde ise nicel olarak her iki grup arasında anlamlı farklılık görülmezken, nitel olarak deney grubu öğrencilerinde daha fazla oranda gelişme olduğu görülmüştür.

Gökçe Şahin (2008) yaptığı çalışmada modelleme yönteminin 10. sınıf öğrencilerinin eğik atış konusunu anlamaları ve öğrencilerin fizik dersine karşı tutumları üzerindeki etkisini geleneksel öğretim yöntemi ile karşılaştırarak incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, modelleme yöntemiyle öğretim gören öğrencilerin hem Eğik Atış Kavram Testinden hem de Fizik Dersine Karşı Tutum ölçeğinden aldıkları puan ortalamalarının, geleneksel yöntemle öğretim gören öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı biçimde yüksek olduğunu göstermiştir.

Malone (2006) lise öğrencilerinin bilgi yapıları, biliş ötesi stratejileri ve problem çözme becerileri üzerine etkileri modelleme ve geleneksel öğretim karşılaştırılması ile incelenmiştir. Araştırma sonunda modelleme öğrencilerinin diğer öğrencilere göre daha uzman benzeri bilgi yapılarına sahip oldukları görülmüştür. Bunun yanı sıra modelleme grubundaki öğrencilerin problem çözme ve biliş ötesi becerilerinin diğer gruptaki öğrencilere göre daha olumlu olduğu görülmüştür.

Arslan (2013a) “Madde ve Isı” ünitesinin Modellemeye Dayalı Öğretim yöntemi ile ve yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeli işlenmesinin; İlköğretim altıncı sınıf öğrencilerinde anlama, yaratıcılık, hatırd tutma düzeyleri ve zihinsel modelleri üzerine etkisini incelemiştir. Karma desen ile yürütülen araştırmanın nicel boyutunda ön test son test kontrol gruplu desen, nitel boyutunda olgubilim deseni çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırma bulgularında, anlama ve hatırd tutma düzeyi açısından deney grubu ile kontrol grubu arasında bir fark olmadığı, yaratıcılık düzeyleri açısından ise deney grubu öğrencilerinin daha yüksek yaratıcılığa sahip olduğu bulunmuştur.

Burkaz (2012) ilköğretim 7. Sınıf Fen ve Teknoloji Dersinde yer alan Hayatımızı Kolaylaştıran Makineler konusunda üç boyutlu model sunumu ile yürütülen ve 5E öğretim modeline uygun olarak yürütülen etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve kavramsal gelişimleri üzerindeki etkilerini incelenmiştir. Araştırmada, öğrenciler tarafından ön hazırlıklı geliştirilen modellerin ve yürütülen öğretim uygulamalarının deney grubu öğrencilerinin başarılarını kontrol grubunda yer alan öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla arttırdığı ortaya konulmuştur.

Türker (2011) tarafından yürütülen araştırmada model kullanımına dayalı bilimsel süreç becerileri yaklaşımının, fen konularından biri olan “Kayaçlar ve Madenler” konusunun öğretiminde, akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve motivasyon düzeylerine etkisi incelenmiştir. İlköğretim 6. sınıf öğrencileri ile yürütülen bu çalışmada deney grubunda model kullanımına dayalı bilimsel süreç becerileri yaklaşımı, kontrol grubunda geleneksel yaklaşım kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, model kullanımının deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini, akademik başarılarını ve motivasyon düzeylerini olumlu etkilediği görülmüştür.

Ulusoy (2011) 12. Sınıf öğrencileri ile kimyasal bağlar konusunda bilgisayar destekli öğretim (BDÖ), modelle öğretim ve geleneksel öğretim yöntemlerinin öğrencilerin kimya dersine yönelik tutumlarına, akademik başarılarına, cinsiyetlerine, hatırlama

düzeylelerine ve kavramsal anlamalarına etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bilgisayar destekli ve modellerle öğretim uygulamalarının gerçekleştiği öğrencilerin akademik başarıları, hatırlama düzeyleri, geleneksel öğretim uygulanan gruba göre anlamlı bir şekilde olumlu yönde farklılaşmıştır. Modellerle öğretim gören ve bilgisayar destekli öğretim uygulanan öğrenci gruplarının hatırlama düzeyleri ve akademik başarıları arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Ancak kimya dersine olan tutumları açısından bilgisayar destekli öğretim uygulanan öğrenciler lehine anlamlı bir fark bulunmuştur.

Köklü (2009) tarafından yapılan “Elektrik Konularının Öğretiminde Analogik-Pedagojik modellerin Öğrenci Başarısına Etkisi” adlı çalışmada; fizik eğitiminde elektrik konularının öğretilmesinde pedagojik-analogik modellerin Meslek Yüksek Okulu’ndaki 1. sınıf öğrencilerinin başarısına etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre pedagojik-analogik modellerle ders anlatılan deney grubundaki öğrencilerin, klasik yöntemle ders anlatılan kontrol grubundakilere göre daha başarılı olduklarını gözlemlenmiştir.

Zeynelgiller (2006), 7.sınıf öğrencilerinin Fen ve Teknoloji dersi “Atomun Yapısı” konusu ile ilgili hazırladığı modellerin öğrenci başarısı üzerindeki etkilerini ve konuların hatırlanma düzeyine etkisini geleneksel yöntemle karşılaştırarak incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, hazır model kullanılarak işlenen başarıyı arttırdığı ve geleneksel yöntemle göre daha etkili olduğu bulunmuştur. Hatırlama testinde ise deney grubunun kontrol grubuna göre hatırlama düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Morgil, Yılmaz ve Seferoğlu (2002), kimya eğitiminde öğrenim gören 4. Sınıf öğrencilerinin organik kimya dersinde yer alan stereokimya konusunun öğretiminde stereo geleneksel yöntem ile hazır molekül modellerinin kullanıldığı uygulamaların akademik başarıya etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının akademik başarıları açısından model kullanan grup lehine anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Yukarıda yer alan araştırmalar özetle Tablo 2.5’deki gibi özetlenebilir. Tabloda bağımlı değişkenler kısmında bulunan değişkenlerin italik olarak gösterilmesi o değişkende istatistiksel olarak anlamlı farklılığın olduğunu vurgulamaktadır. Bağımsız değişkenler sütunundaki değişkenlerden altı çizili olarak gösterilen değişken ise anlamlı farklılığın onun lehine olduğunu simgelemektedir.

Tablo 2.5. Modellerle İlgili Çeşitli Deneysel Araştırmalar

Araştırmacı/ lar	Düzyey	Konu	Bağımlı değişkenler	Bağımsız değişkenler
Esendemir (2014)	Lise 10.sınıf	İnsanda üreme	* <i>Biyoloji öğrenmeye yönelik motivasyon</i> * <i>Akademik Başarı</i>	<u>Model oluşturma</u> & BDÖ dayalı sosyal yapılandırmacı yaklaşım
Lazarowitz ve Naim (2013)	Lise 9. sınıf	Hücre	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Model oluşturma</u> & Hazır modeller & İki boyutlu şekiller
Yurdatapan ve Şahin (2013)	Lisans 3. sınıf (fen)	DNA ile ilgili kavramlar	* <i>Akademik başarı</i>	Düz anlatım & <u>Model oluşturma</u> & <u>Animasyon</u>
Güneş ve Çeliker (2010)	Lisans 2. sınıf (fen)	Hücre bölünmesi	* <i>Akademik başarı</i>	Geleneksel & <u>Model oluşturma</u> & BDÖ
Gümüş, Demir, Koçak, Kaya ve Kırıcı (2008)	5. sınıf	Sindirim, Boşaltım ve Çiçekli bitki	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Model oluşturma</u> & Geleneksel yaklaşım
Rotbain, Marbach-Ad ve Stavy (2006)	Lise 11. ve 12.sınıf	Moleküler genetik	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Model oluşturma</u> & İllüstrasyon modelleri & Geleneksel yaklaşım
Sarıkaya, Selvi ve Bora (2004)	Lise 9. sınıf	Mitoz ve mayoz	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Model oluşturma</u> & Geleneksel yaklaşım
Bilal (2010)	Lisans 2. sınıf (matematik)	Elektrik	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Kavramsal anlama</i>	Geleneksel yaklaşım & <u>Model oluşturma</u>
Ünal Çoban (2009)	7. Sınıf	Işık	* <i>Kavramsal anlama</i> * <i>Bilimsel süreç becerileri</i> * <i>Bilimsel bilgi ve varlık anlayışları</i>	Yapılandırıcılık & <u>Model oluşturma</u>
Gökçe Şahin (2008)	Lise 10.sınıf	Eğik atış	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Tutum</i>	Geleneksel yaklaşım & <u>Model oluşturma</u>
Malone (2006)	Lise öğrencileri	Fizik	* <i>Problem çözme</i> * <i>Biliş ötesi becerileri</i>	Geleneksel yaklaşım & <u>Model oluşturma</u>
Arslan (2013a)	6.sınıf	Madde ve Isı	* <i>Anlama</i> * <i>Hatırlama</i> * <i>Yaratıcılık</i>	Yapılandırmacı yaklaşım(5E) & <u>Model oluşturma</u>
Burkaz (2012)	7. Sınıf	Basit Makineler	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Kavram gelişimi</i>	<u>Model oluşturma</u> & 5E öğretim modeli
Türker (2011)	6. sınıf	Kayaçlar ve Madenler	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Bilimsel süreç beceri</i> * <i>Motivasyon</i>	<u>Hazır model kullanma</u> & Geleneksel yaklaşım
Ulusoy (2011)	Lise 12. sınıf	Kimyasal bağlar	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Hatırlama düzeyleri</i> * <i>Tutum</i>	BDÖ & <u>Model oluşturma</u> & Geleneksel yaklaşım
Köklü (2009)	MYO 1. sınıf	Elektrik	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Hazır model kullanma</u> & Geleneksel yaklaşım
Zeynelgiller (2006)	7.sınıf	Atomun Yapısı	* <i>Akademik başarı</i> * <i>Hatırlama</i>	Geleneksel yaklaşım & <u>Model oluşturma</u>
Morgil ve diğerleri (2002)	Lisans 4. sınıf (kimya)	Stereo kimya	* <i>Akademik başarı</i>	<u>Hazır model kullanma</u> & Geleneksel yaklaşım

Tablo 1.1 incelendiğinde model oluşturma ya da hazır model kullanmanın fizik, kimya ve biyoloji konularında akademik başarıyı arttırdığı görülmekle birlikte yalnızca Yurdatapan ve Şahin (2013)'in yaptığı araştırmada animasyonların akademik başarıyı

arttırmada model oluşturmaya göre daha etkili olduğu sonucu bulunmuştur. Bu araştırmanın bağımlı değişkenlerinden olan problem çözme becerisine yönelik olarak Malone (2006) model oluşturmaya etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bilimsel yaratıcılık değişkenini içeren bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte Arslan (2013a)'ün Torrance yaratıcı düşünme testinin şekilsel formu kullanarak yaptığı çalışmada model oluşturmaya göre yaratıcılığı istatistiksel olarak anlamlı derecede arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

2.5.2. Model Kavramının Algılanmasına İlişkin Yapılan Araştırmalar

Bu başlık altında ulusal ve uluslararası modellerin bazı spesifik konularda ya da genel olarak nasıl algılandığını belirlemeye yönelik başlıca çalışmalar özetlenmiştir.

Yüce (2013) kimya öğretmen adaylarının Kimyasal Reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerini değerlendirmeye amaçlamıştır. Araştırma durum çalışması desenine göre yürütülmüştür. Bulgulara göre, katılımcıların bilimsel modellere uygun zihinsel modellerin yanında, karmaşık ve bilimsel modellere uygun olmayan çeşitli zihinsel modelleri de olduğu belirlenmekle birlikte farklı zihinsel modellerin ortaya çıkmasında öğrencilerin ön kavramlarının ve şekilsel olarak modelleme yapabilme yeteneklerinin etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ergin, Özcan ve Sarı (2012) fen ağırlıklı okullarda görev yapan öğretmenlerin model ve modellemenin öğrenme ve öğretme üzerindeki rolünü, modellemenin içeriğini, fen öğretiminde kullanılan bilimsel modellerin sınıflandırılması yönündeki görüşlerini tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bulgulara göre, matematik öğretmenlerin, fizik ve kimya branşındaki öğretmenlere göre model tanımını geniş düşündükleri bulunmuştur. Ayrıca fen öğretmenlerinin modelleri genellikle deney düzenekleri, maketler, DNA modeli, hücre zarı modeli, örneklerle açıkladıkları görülmekle birlikte modellere örnek olarak çok az cevap vermeleri fen öğretmenlerinin modelleri bilinçli kullanmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca bu bulgu fen öğretmenlerinin kitaplarda olan model örneklerinin dışına çıkamadıklarını göstermiştir.

Harman (2012) Fen Bilgisi Eğitimi anabilim dalı 4. sınıf öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmada onların model ve modelleme ile ilgili bilgilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının bilgilerinin genel olarak yeterli

olduğu görülmüştür. Fakat verilen örnekler içerisinde modelleri ayırmadaki bilgilerinin eksik olduğu sonucuna varmıştır.

Berber ve Güzel (2008) tarafında yapılan çalışmada öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları ve bu konuda ne derecede yeterli olduklarını belirlemek amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmen adaylarının genel olarak modellerin fende rolünün farkında oldukları bulunmuştur.

Ogan-Bekiroglu (2007) hizmet öncesi fizik öğretmenlerinin ay, ayın evreleri ve aya ait diğer olgular hakkındaki bilgileri ve anlamalarının belirlenmesi ve model merkezli öğretimin öğretmenlerin zihinsel modellerine etkilerinin incelendiği araştırmada, öğretmen adaylarının zihinsel modelleri kategorize edilmiştir. Araştırma sonunda bazı öğretmen adaylarının kusurlu ya da tamamlanmamış zihinsel modellerinin model merkezli öğretim sayesinde bilimsel zihinsel modellere doğru değiştiği görülmüştür.

Berber ve Güzel (2006) fen ve matematik öğretmen adayları ile yaptıkları araştırmada modellerin fende rolünü sorgulamışlardır. Öğretmen adaylarına 6 soruluk bir ölçek uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmen adaylarının modelleri gerçeğinin tam kopyaları değil, temsiller olarak gördükleri ve bilimsel bir olguyu açıklayan çok sayıda model oluşturabileceği yönünde düşüncelerinin olduğu tespit edilmiştir.

Chittleborough, Treagust, Mamiala ve Mocerino (2005) 8.sınıftan üniversite birinci sınıf seviyesine kadar farklı seviyelerde öğrencilerin model ve modelleme hakkındaki bilgileri ölçülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin model anlayışının geliştiği ve modellerin rolü hakkında daha iyi bir anlayışın oluştuğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada aynı konuda yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak öğrencilerin modellerin fende önemini farkında olduğu bulunmuştur.

Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2003) bazı eğitim fakültelerinin fizik, kimya, biyoloji matematik ve fen bilgisi öğretmenliği bölümlerinde görev yapan öğretim üyelerinin modellerin ne olduğu, fen öğretimindeki rolleri, öğrenimdeki kullanım amaçları ve nasıl kullanıldığına ilişkin görüşleri belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak örnekleme oluşturan öğretim elamanlarının birtakım eksikliklerinin olduğu tespit edilmekle birlikte fen ve matematik öğretim üyelerinin bilimsel modellerin doğasını daha yakından tanımlarının gerekliliği vurgulanmıştır.

Gilbert (2002) 39 Brezilyalı öğretmen ile gerçekleştirdiği çalışmasında; öğretmenlerin modeller hakkındaki yaklaşımları ve fen öğretiminde model kullanımını tutumlarını araştırmıştır. Çalışma sonuçlarına göre modellemenin tam olarak öğretmenler tarafından anlaşılamadığını ileri sürmüştür. Ayrıca öğretmenlerin modellerle öğretime olumlu tepkiler verdiği halde modelleme kavramını tam olarak anlamadıkları ve uygulamadıklarını ileri sürmüştür.

Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002) araştırmalarında ortaokul öğrencilerinin bilimsel model anlayışlarını belirlemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda 228 ortaokul fen bilgisi öğrencisinin düşünceleri beş temayla açıklanmıştır: Çoklu temsil olarak bilimsel modeller; tam olarak kopya modeller; açıklama aracı olarak modeller; bilimsel modellerin nasıl kullanıldığı ve bilimsel modellerin değişen yapısı. Sonuç olarak, fen bilgisi derslerinde bilimsel modeller kavramına daha çok ihtiyaç duyulduğu belirtilerek bilimsel modelleri kullanmaları onlara bilimsel kavramlar hakkında kendi zihinsel modellerini geliştirmeleri konusunda yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Van Driel ve Verloop (1999), öğretmenlerin modelleme ve modellerle ilgili bilgilerini tespit etmek amacı ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yaptıkları çalışmada oluşturdukları öğretmen gruplarından biri ile mülakat gerçekleştirilirken diğer gruptaki öğretmenlere likert tipi ölçek uygulanmıştır. Çalışma sonunda mülakat yapılan öğretmenler modellerin açıklayıcı ve tanımlayıcı özelliklerini vurgulamışlar ancak modellerin, gerçeklerinin basitleştirilmiş temsili olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Likert tipi ölçek uygulanan öğretmen grubunun ise modeller ve modellemeyle ilgili olarak birçok eksiklerinin bulunduğunu belirlemişlerdir. Yukarıda yer alan araştırmalar özetle Tablo 2.6'daki gibi gösterilebilir.

Tablo 2.6. Modellerin Algılanmasına İlişkin Çeşitli Araştırmalar

Araştırmacı/lar	Katılımcılar	Amaç
Yüce (2013)	Kimya öğretmen adayları	*Kimyasal Reaksiyonlar konusunda zihinsel modelleri belirlemek
Ergin ve diğerleri (2012)	Öğretmenler	*Model ve modellemenin öğrenme ve öğretme üzerindeki rolü, *Modellemenin içeriği, *Fen öğretiminde kullanılan bilimsel modellerin sınıflandırılması
Harman (2012)	Fen bilgisi öğretmen adayları	*Model ve modellemeye ilişkin bilgileri
Berber ve Güzel (2008)	Fen bilgisi öğretmen adayları	*Modellerin bilim ve fende rolüne ve amacına ilişkin algıları, * Yeterlilikleri
Ogan-Bekiroglu (2007)	Hizmet öncesi fizik öğretmenleri	*Ay, ayın evreleri ve aya ait diğer olgular hakkındaki bilgileri ve anlamalarının belirlenmesi
Berber ve Güzel (2006)	Fen bilgisi ve matematik öğretmen adayları	*Modellerin fende rolü
Chittleborough, Treagust, Mamiala ve Mocerino (2005)	8.sınıftan üniversite birinci sınıf seviyesine kadar farklı seviyelerde öğrenciler	* Modelleme ve modellerle ilgili bilgileri
Güneş ve diğerleri (2004)	Fizik, kimya, biyoloji, fen ve matematik öğretmenleri	*Modeller hakkındaki düşünceleri *Modelleri neden kullandıkları
Güneş, Gülçiçek ve Bağcı (2003)	Öğretim üyeleri	*Modellerin ne olduğu, *Fen öğretiminde modellerin rolü, *Kullanım amaçları ve *Nasıl kullanıldığına ilişkin görüşleri
Gilbert (2002)	Öğretmenler	*Modeller hakkındaki yaklaşımlar *Model kullanımına yönelik tutum
Treagust, Chittleborough ve Mamiala (2002)	Ortaokul öğrencileri	*Bilimsel model anlayışlarını belirlemek
Van Driel ve Verloop (1999)	Öğretmenler	*Modelleme ve modellerle ilgili bilgileri

Tablo 2.6 incelendiğinde modellerin nasıl algılandığını belirlemeye yönelik olarak yapılan çalışmalarda çoğunlukla spesifik bir konu üzerinde durulmadığı görülmektedir. Bakıldığında öğrenciler, öğretmen adayları, farklı branşlardaki öğretmenler ve öğretim üyelerine kadar çok geniş bir yelpazede model kavramının ne ifade ettiğini belirlemeye yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir.

BÖLÜM III. YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Modeli

Sosyal bilimlerde nicelden, nitele değişen pek çok farklı araştırma yöntemi bulunmaktadır (Creswell ve Plano-Clark, 2007). Bu yöntemlerden sadece nicel ya da nitel araştırma yöntemlerinin tercih edilmesi görüşünü savunan araştırmacılar olmakla birlikte, farklı metodolojileri birlikte kullanmayı vurgulayan araştırmacılar da bulunmaktadır (Fraenkel ve Wallen, 2005). Ancak, araştırmacının hangi araştırma yöntemini seçmesi gerektiği, araştırma sonucunda ne bulmayı amaçladığına bağlı olarak tercih edilmesi önerilmektedir (Boğdan ve Biklen, 2007). Bu amaçla araştırmada her iki yaklaşımı da bir arada bulunduran karma desen kullanılmıştır.

Karma desen terimi alan yazında; sıklıkla “mixed method”, “mixed methodology”, “multiple methods” terimleri ile karşımıza çıkmakla beraber daha nadir olarak “multitrait/multimethod research” “multiple methodology” “blended research” “triangulated studies”, “methodological triangulation”, “hybird”, “combined research” ve “integrative research” olarak da karşımıza çıkmaktadır (Campbell ve Fiske, 1959; Akt: Creswell, 2006; Morse, 1991; Creswell, 1994; Tashakkori ve Teddlie, 1998; Bergman, 2008; Johnson, Onwuesgbuzie ve Turner, 2007; Akt: McMillan ve Schumacher, 2010, s.396; Nagy ve Biber, 2010). Günümüzde ise Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research kitabında “karma yöntemler araştırması (mixed methods research)” olarak isimlendirildiği için sıklıkla bu isimle anılmaktadır (Tashakkori ve Teddlie, 2003). Creswell (2012) karma araştırmayı, sadece iki farklı araştırmadan elde edilen (nitel ve nicel) verilerin toplanmasından ziyade birbirinden farklı olan bu araştırma verilerinin birleştirildiği, ilişkilendirildiği ve birbirinin içine yedirildiği araştırma süreci olarak ifade etmektedir.

Sosyal bilimlerde karma yöntem araştırması, nitel ve nicel olmak üzere her iki yaklaşımın birlikte kullanımı ile daha eksiksiz bir araştırma sağladığından dolayı (McMillan ve Schumacher, 2010) popülaritesi artan bağımsız bir araştırma tasarımı olarak kabul edilir (Creswell, 2009; Hanson, Creswell, Plano Clark, Petska, ve Creswell, 2005; Tashakkori ve Teddlie, 2003; Nancy ve Biber, 2010). Araştırma

sorusunu cevaplamak için tek bir metodoloji kullanılmasının yetersiz olduğu durumlar nedeniyle karma yöntem araştırması, araştırmacılar tarafından önem kazanmaktadır (Ivankova, Creswell ve Stick, 2006).

Karma yöntem araştırması araştırmacının tek bir çalışma içerisinde hem nicel hem de nitel araştırma tekniklerini, yöntemlerini, yaklaşımlarını, kavramlarını ya da dilini birlikte kullandığı araştırma sınıfı olarak tanımlanmaktadır (Johnson ve Onwuegbuzie, 2004). Diğer bir tanımla karma yöntem araştırmasında nitel araştırma, araştırmanın bir aşamasında; nicel paradigma ise diğer aşamasında kullanılır. Bu tür karma araştırma, bir anlamda kapsamlı bir araştırma içinde iki ayrı küçük çaplı araştırmanın yapılması gibidir (Balcı, 2011, s.44).

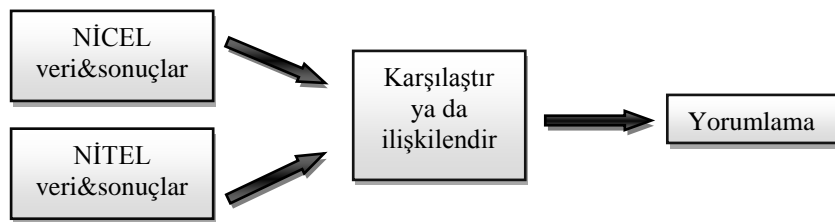
Genel olarak, karma yöntemleri kullanan araştırmacılar belirli bir soruyu ya da soruları cevaplamak için hem nicel hem de nitel veri kullanan bir araştırma tasarımı kullanarak (Punch, 2005; Nagy ve Biber, 2010) verileri daha kapsamlı olarak toplarlar ve böylelikle tek bir metodun kullanılmasıyla elde edilen bulgulardan doğacak sınırlılıkları telafi ederek daha güvenilir bulgular elde edilmesini sağlarlar (McMillan ve Schumacher, 2010). Yani hem nitel hem de nicel yaklaşımların güçlü yönlerine dayandırılarak araştırılan konunun daha iyi kavranması sağlanır (Creswell ve Plano-Clark, 2007; Rauscher ve Greenfield, 2009) ve araştırmanın zayıf yönlerini azaltılır (Plainkas, Horwitz, Chamberlain, Hurlburt ve Landsverk, 2011). Ayrıca farklı tarzdaki ve karmaşık araştırma sorularının araştırılmasına olanak sağlar (McMillan ve Schumacher, 2010).

Yöntemlerin bu şekilde iç içe geçmiş olması nicel ve nitel verilerin tek ya da aşamalı bir çalışma ile toplanmasını, analizini ve birleştirilmesini gerektirir (Hanson, Creswell, Plano Clark, Petska ve Creswell, 2005). Bu farklı tarzdaki verileri toplama ve analiz etmenin yanı sıra araştırma problemine farklı açılardan yaklaşmayı sağlar. Kelimeler, resimler ve öyküler sayılara anlam yüklemek için kullanılabilir (Johnson ve Onwuesgbuzie, 2004).

Karma desenin dezavantajları ise, karma yönteme göre tasarlanan bir araştırmanın raporunun yazılması ve sonuçlarının yorumlanması daha zordur. Ayrıca karma desen hem nitel hem de nicel veri toplanıp analiz edildiğinden, daha fazla zaman ve kaynak gerektirir (McMillan ve Schumacher, 2010; Creswell, 2006).

Creswell ve Plano-Clark (2011) karma desenleri; çeşitleme deseni, ardışık açıklayıcı desen, ardışık keşfedici desen ve gömülü desen olmak üzere başlıca dört temel kategoride gruplandırmıştır. Bu dört temel kategorinin yanı sıra çoklu ölçümleri bir araya getiren dönüşümsel desen (transformative design) ve çok aşamalı desen (multiphase design) olmak üzere iki desen daha bulunmaktadır. Bu kısımda araştırmanın amacına uygunlunun belirlenebilmesi amacıyla dört temel yöntemden bahsedilmekle birlikte, bu araştırmada kullanılan gömülü desen ayrıntılandırılarak verilmiştir.

Çeşitleme: Ulusal araştırmalarda “üçgenleme” (Tuncel ve Öztürk, 2013; Topuz, Genç, Bacanak ve Karamustafaoğlu, 2013) ya da çeşitleme (Tezci, 2003; Aydede ve Matyar, 2008); uluslar arasında ise “convergent paralel design” (Creswell ve Plano-Clark, 2011), “current triangulation” (Creswell, Plano-Clark, Gutmann ve Hanson, 2003) “simultaneous triangulation” (Morse, 1991) “parallel study” (Tashakkori ve Teddlie, 1998) olarak isimlendirilmektedir (Şekil 3.1). Bu desende araştırma sürecinde aynı konu üzerinde farklı fakat tamamlayıcı veriler toplanması amaçlanır ve toplanan nicel veriler, nitel verilerle desteklenmek için kullanılır. Bu amaçla toplanan verilerin birbirini destekleyip desteklemediğine bakılır (Creswell ve Plano-Clark, 2007). Buna göre nitel ve nicel bileşenlere eşit öncelik verilir, veri toplama ve analizi sırasında bu iki bileşeni birbirinden bağımsız tutulur ve sadece yorumlama sırasında nitel ve nicel veriler birleştirir (Hadi ve diğerleri 2013). Zaman, alan, yöntem çeşitlemesi gibi farklı çeşitleme tipleri bulunmaktadır (Cohen ve Manion, 1997).



Şekil 3.1. Çeşitleme (Triangulation) Deseni (Creswell ve Plano-Clark, 2011)

Açıklayıcı Desen: Açıklayıcı desende (Şekil 3.2) ise araştırmacılar tarafından önce nicel veriler toplanıp analiz edilir, daha sonra bu verileri tamamlamak için nitel veriler toplanır (Creswell ve Plano-Clark, 2007). Böylelikle tek bir ölçekten elde edilecek sonuçlar açısından oluşacak zayıflığın giderilmesi ve sonuçların birbirini desteklemesi

sağlanabilir (Suhonen, 2009). Bu desenin bütün amacı çıkan nicel sonuçların altında yatan nedenleri nitel veriler kullanarak açıklamaktır (Creswell ve Plano-Clark, 2003).



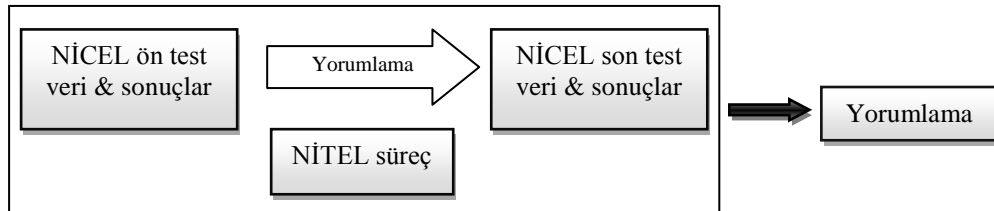
Şekil 3.2. Açıklayıcı (Explanatory) Desen

Keşfedici Desen: Keşfedici desenin başlıca amacı az kişiden elde edilmiş nitel bulguları (ilk aşama), daha büyük bir örneklemden elde edilen nicel verilerle (ikinci aşama) genellemektir (Creswell ve Plano-Clark, 2011). Yani bu desende (Şekil 3.3) önce nitel veriler toplanır, daha sonra elde edilen bulgular nicel verilerin toplamasına yön vermek üzere kullanılırlar (Creswell ve Plano-Clark, 2007; Büyüköztürk ve diğerleri, 2012, s.247).



Şekil 3.3. Keşfedici (Exploratory) Desen

İç İçe Gömülü Desen: Gömülü (Creswell, 2009) ya da diğer adıyla iç içe gömülü (Creswell, Plano-Clark, Gutmann ve Hanson, 2003; Kroll ve Neri, 2009) desende (Şekil 3.4) çalışma grubuna uygulanan bir işlemin öncesinde ve sonrasında nicel ve nitel veriler birlikte toplanır. Araştırmacılar gömülü deseni ikinci bir veri toplama metodu ile araştırmayı zenginleştirmek için kullanır.



Şekil 3.4. İç İçe gömülü (Embedded) Desen

İç içe gömülü desen, araştırmanın birincil amacı doğrultusunda nitel ya da nicel desen uygulamalarını arttırmak amacı ile araştırmacının farklı tipte veri gerektiren farklı soruları olduğunda uygundur (Creswell ve Plano-Clark, 2011).

Bu desen, araştırmacıların deneysel çalışmanın yorumlanması sürecine tamamlayıcı nitelikte nitel bileşen eklemesi gerektiğinde sıklıkla kullanılır (Bergman, 2008). Elde edilen nitel veriler bu uygulamanın etkisinin nasıl olduğu sorusuna cevap aramak için kullanılır (Creswell ve Plano-Clark, 2007). Baskın araştırma metodu (deneysel desen) asıl araştırma sorusunu, gömülü metot ise asıl araştırma sorusundan hareketle oluşturulan ikincil araştırma sorusunu cevaplamak için kullanılır (Plano-Clark ve diğerleri, 2008). Araştırmanın sürecine ilişkin özet bilgi Tablo 3.1’ de belirtilmiştir.

Tablo 3.1. Araştırmanın Modeli

Gruplar	Ön- testler (18.02.13)	Süreç Dokümanları	Model Oluşturma Süreci	Son- testler (15.04.13)	Kalıcılık testi (01.10.13)
Deney 1	İki Aşamalı AkademikBaşarı Testi (İAABT) Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) Problem Çözme Envanteri (PE)	*Odak Grup Görüşmesi	Sadece <i>Problem</i> Belirli	İki Aşamalı AkademikBaşarı Testi (İAABT) Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) Problem Çözme Envanteri (PE)	İki Aşamalı AkademikBaşarı Testi (İAABT)
Deney 2		*Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları	<i>Problem</i> ve çözüm için kullanılacak <i>Malzemeler</i> belirli		
Deney 3		*Video kaydı	<i>Problem</i> , çözüm için kullanılacak <i>Malzemeler</i> ve <i>Yapılış</i> aşamaları belirli		
Kontrol		-	-		

Çalışma dört farklı grup ile gerçekleştirilmiştir. Deney 1 grubunda konuya ilişkin modellerin oluşturulması sürecinde sadece problem ve buna ilişkin kısa bir bilginin yer aldığı çalışma kâğıtları verilerek gruptaki öğrencilerden problemi göz önüne sermek için kendi seçtikleri malzemeleri kullanarak (yapılandırılmamış 3D) model oluşturmaları istenmiştir. Deney 2 grubunda bulunan öğrencilere hem problem ve buna ilişkin kısa bilginin yer aldığı çalışma kâğıtları ve hem de problemin çözümü için kullanılabilir malzemeler verilerek, eldeki malzemelerle bu probleme yönelik (yarı-yapılandırılmış 3D) model tasarlamaları istenmiştir. Deney 3 grubuna ise problem ve kısa bilginin yer aldığı çalışma kâğıtları, problemin çözümü için kullanılacak malzemeler ve bu problemin çözümü için yapılacak modelin nasıl oluşturulacağına ilişkin yapıılış aşamalarının yer aldığı doküman birlikte verilmiştir. Ve bu aşamaları

birebir takip ederek verilen malzemeler ile problemin çözümüne ilişkin belirlenen (yapılandırılmış 3D) modeli oluşturmaları istenmiştir. Son grup ise kontrol grubu olarak atanmıştır ve bu gruptaki öğretmen adayları herhangi bir model oluşturmamışlardır.

Özetle fen bilgisi öğretmen adaylarının dolaşım ve solunum sistemi ünitelerindeki akademik başarıları, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının değişiminde yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçlerinin rolünün incelendiği bu çalışma, nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma yöntem araştırmalarından iç içe gömülü desen ile yürütülmüştür. İç içe gömülü desenin nicel kısmı “*yarı deneysel desen*” çerçevesinde tasarlanırken, nitel kısmı durum çalışması içerisinde yer alan “*iç içe geçmiş çoklu durum deseni*” çerçevesinde yürütülmüştür. Araştırmanın nicel ve nitel deseni aşağıda yer alan alt başlıklarda kısaca açıklanmıştır.

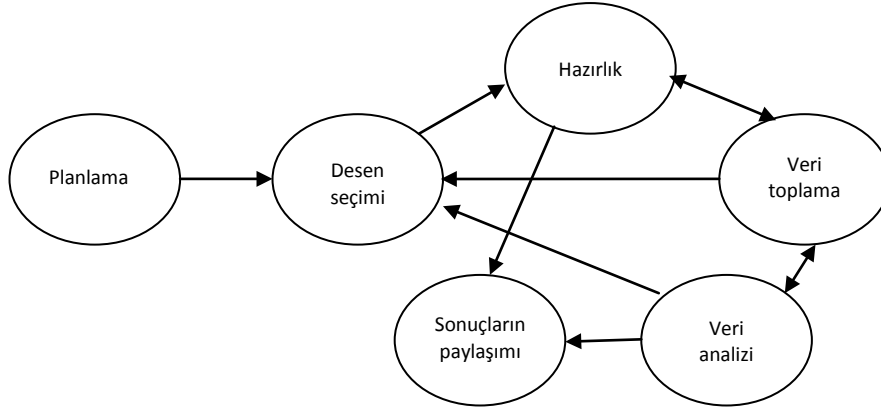
3.1.1. Araştırmanın Nicel Deseni

Araştırmanın deneysel kısmı öğrencileri rastgele deney ve kontrol gruplarına yerleştirmek zor olduğundan, sınıfların bir bütün olarak rasgele deney ve kontrol gruplarına dağıtıldığı deneysel araştırma deseni olan yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desen, özellikle eğitim alanındaki araştırmalarda, bütün değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda en çok kullanılan deneysel desendir (Cohen, Manion ve Marrison, 2007). Bu yöntem değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkilerini en iyi açıklayan araştırma yoludur (Fraenkel ve Wallen, 2006, s.267; Neuman, 2013). Bu araştırmanın nicel odağı fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına farklı süreçlerde model oluşturma etkisini belirlemektir. Bu temelde araştırmanın bağımlı değişkenlerini akademik başarı, problem çözme becerisi ve bilimsel yaratıcılık oluştururken, bağımsız değişkenlerini ise yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçleri oluşturmaktadır.

3.1.2. Araştırmanın Nitel Deseni

Araştırmanın nitel kısmında yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturma olmak üzere farklı süreçlerde model oluşturmaya ilişkin öğretmen adaylarının deneyimleri üzerinde durulmuştur. Bu nedenle araştırmanın nitel boyutu

durum çalışması deseni çerçevesinde tasarlanmıştır. Creswell (2007)'ye göre durum çalışması araştırmacının zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumu çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları (gözlemler, görüşmeler, görsel-işitseller, dokümanlar, raporlar) ile derinlemesine incelediği, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı nitel bir araştırma yaklaşımıdır. Yin (2014) durum çalışmasını düzgün bir biçimde yapabilmek için; araştırmayı titizlikle yürütmek, durumlar arası karışıklığa izin vermemek, istenildiğinde sonuçların nasıl genellenebileceğini bilmek, güçlük seviyesine göre gösterilen çabayı dikkatli bir şekilde yönetmek ve durum çalışması deseninde düzenlenen araştırmacının karşılaştırmalı üstünlüğünü anlamak olmak üzere bu desende düzenlenen araştırmalarını ilgilendiren beş önemli noktadan bahsetmiştir.



Şekil 3.5. Doğrusal Fakat Tekrarlı Bir Süreç Olarak Durum Çalışması, Yin (2014)

Bunun yanı sıra Yin (2003) durum çalışmalarını kendi içerisinde bütüncül tek durum deseni, iç içe geçmiş tek durum deseni, bütüncül çoklu durum deseni ve iç içe geçmiş çoklu durum deseni olmak üzere dört ayrı başlıkta sınıflandırılmıştır. Bu araştırmada iç içe geçmiş çoklu durum deseni kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturmaları birbirinden bağımsız üç farklı durumu kapsamaktadır. 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. İç içe geçmiş durum çalışmalarında dikkat edilmesi gereken kritik nokta elde edilen verilerin karşılaştırılmasını kolaylaştırmak için standart bir veri toplama aracının kullanılmasıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Merriam (2013) ve Yin (2009)'a göre durum çalışmalarında durumun derinlemesine incelenmesinin sağlanması için araştırmacıların veri çeşitliliğinin önemine vurgu yapmaktadır. Bu nedenle araştırmada, durumların

derinlemesine incelenmesini sağlamak amacı ile odak grup görüşmesi, video kaydı ve doküman incelemesi yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

3.2. Araştırmanın Çalışma Grubu

Araştırmanın nicel boyutundaki çalışma grubunu bir devlet üniversitesinin ikinci sınıfında öğrenim gören (I. ve II. öğretim) toplam 88 fen bilgisi öğretmen adayı oluşturmaktadır. I. ve II öğretimde öğrenim gören öğretmen adayları A ve B olmak üzere iki ayrı şubede öğrenim görmektedirler. I. öğretimdeki öğretmen adaylarının ders saatleri 08.00 ile 17.00 ve II. öğretimdekilerin ders saatleri 17.00 ile 23.00 arasındadır. Hangi grubun hangi deneysel işlem grubu olacağı öncelikli olarak öğretim türüne bakılarak belirlenmiştir. Bu nedenle yapılandırılmamış 3D modellerin yapılacağı Deney 1 ve yarı-yapılandırılmış 3D modellerin yapılacağı Deney 2 grubu I. öğretimde öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Hangisinin Deney 1, hangisinin Deney 2 grubu olacağına, Deney 1 grubundaki öğrencilerin diğerlerinin yaptığı model ve kullandıkları malzemelerden etkilenmemesi için ders programına bakılarak karar verilmiştir. II. öğretimde öğrenim gören öğretmen adaylarından hangisinin Deney 3 ve hangisinin Kontrol grubu olacağına yine ders programına bakılarak, ders saatleri daha erken olan grup Deney 3 olacak şekilde seçim yapılmıştır. Tablo 3.2’de her bir grupta yer alan öğretmen adaylarına ilişkin bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3.2. Araştırmanın Nicel Çalışma Grubuna İlişkin Betimsel Bilgiler

Gruplar	N	Cinsiyet		Mezun Olunan Lise				Yaşanılan Bölge					
		Kız	Erkek	Düz	Anadolu	Meslek	Kolej	Marmara	Karadeniz	Ege	İç Anadolu	Doğu Anadolu	Akdeniz
Deney 1	25	18	7	17	7	1	0	18	4	0	1	1	1
Deney 2	21	18	3	15	5	1	0	12	3	3	1	2	0
Deney 3	21	18	3	14	4	1	2	13	1	4	2	0	1
Kontrol	21	16	5	15	6	0	0	12	3	1	1	2	2
Toplam	88	70	18	61	22	3	2	55	11	8	5	5	4

Tablo 3.2'ye bakıldığında bütün gruplardaki (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) öğretmen adaylarının cinsiyet değişkeni açısından “kız”, mezun olunan lise türü açısından “düz lise” ve yaşadıkları bölge açısından “Marmara Bölgesi” yönünde ağırlıklı olarak özellik içerdikleri görülmektedir. Ayrıca çalışma grubunda bulunan öğretmen adaylarının yaşadıkları bölge ve mezun oldukları lise türü bakımından benzer özellikler gösterdiği görülmektedir.

Nicel araştırmalarda katılımcıların sayısının artması genellenebilirliği arttırdığı için önemli olarak görülürken durum çalışmalarında ise amaç genellemeden çok derinlemesine betimleme ve anlayış geliştirme olduğundan katılımcı sayısı genellikle çok fazla değildir (McMillan, 2004; Yıldırım ve Şimşek, 2011). Nagy ve Biber (2010) karma yöntem araştırmalarında örneklemin seçimi sosyal dünyanın doğası hakkındaki varsayımların araştırma problemlerinin içerisinde gömülü olduğunun farkında olunarak ve bu problemler göz önüne alınarak bilinçli bir şekilde yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Araştırma planlanırken nitel veri toplama aracı olarak odak grup görüşmeleri, video kayıtları ve bütün bireyler tarafından doldurulan dokümanların seçilmesi bu ortamlarda yer alan her bir bireyi ve onun görüşlerini değerli kılmaktadır. Durum çalışmalarında belirlenen ortamda deneyim yaşayan her bir bireyin sağladığı veriler değerli olduğu için araştırmanın nitel kısmında yer alacak bireylerin seçimi için elemeye gidilmemiştir. Bu şekilde oluşturulan çalışma grubunun araştırmanın nitel kısmına veri çeşitliliği açısından araştırmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle araştırmanın nitel kısmı için kontrol grubu dışında kalan diğer gruplar kendi içerisinde beş alt gruba ayrılmıştır. Alt grupların isimleri ve bu gruplarda yer alan öğretmen adaylarının cinsiyet değişkenine ilişkin bilgileri Tablo 3.3’de özetlenmiştir.

Tablo 3.3. Araştırmanın Nitel Çalışma Grubunun Cinsiyete Göre Dağılımı

	Deney 1 (Yapılandırılmamış)					Deney 2 (Yarı-yapılandırılmış)					Deney 3 (Yapılandırılmış)				
	Dinamik	Dizayn	Defne	Dünya	Değişim	Eflatun	Ekin	Eylem	Eser	Ekvator	Asil	Akarsu	Atalay	Asma	Aydın
Kız	5	4	3	5	1	4	2	5	4	3	0	5	5	4	4
Erkek	0	0	2	0	5	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0
<i>Toplam</i>	5	4	5	5	6	4	4	5	5	3	3	5	5	4	4

Tablo 3.3'e bakıldığında her bir deneysel işlem (Deney 1, Deney 2, Deney 3) grubundaki öğretmen adaylarının beş alt gruba ayrıldığı görülmektedir. Araştırma bulgularının sunumunda karışıklığa yol açmamak için her bir deneysel işlem grubuna aynı harfle başlayan isimler verilmiştir.

Bunun yanı sıra nitel verilerin sunumunda alıntılar ve video kayıtlarından örnekler verilirken deney 1 grubundaki öğretmen adayları A, deney 2 grubundakiler B ve deney 3 grubundakiler 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 A_{K1} deney 1 grubundaki bir numaralı kadın öğretmen adayını ifade etmektedir. Benzer şekilde B_{E5} deney 2 grubundaki 5 numaralı erkek öğretmen adayını ifade ederken, C_{E4} deney 3 grubundaki dördüncü erkek öğretmen adayını temsil etmektedir.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde kullanılması planlanan veri toplama araçları nicel ve nitel veri toplama araçları olmak üzere iki ayrı başlık altında belirtilmiştir.

3.3.1. Nicel Veri Toplam Araçları

Araştırma sürecinde “İki Aşamalı Akademik Başarı Testi”, “Problem Çözme Envanteri”, “Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği” nicel veri toplama araçları olarak kullanılmıştır.

3.3.1.1. İki Aşamalı Akademik Başarı Testi (İAABT)

İki aşamalı testler öğrencilerin sahip oldukları kavramları derinlemesine incelenmesine olanak sağlaması sebebiyle ulusal ve uluslararası birçok araştırmada, kullanılmaktadır (Treagust, 1988; Chen, Lin ve Lin, 2002; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Şahin, İpek ve Ayas, 2008; Şahin ve Çepni, 2010).

İki aşamalı testlerde testlerin ilk aşaması çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. İkinci aşamada ise, ilk aşamada işaretlenen seçeneğin işaretlenme gerekçesinin belirtilmesi istenmektedir ki bu, iki aşamalı testleri çoktan seçmeli testlerden ayıran kısımdır. Çünkü bu ikinci aşama, öğrencilerin muhakeme yeteneğini daha iyi ölçebilmek ve daha önce

belirlenen yanılıglardan farklı alternatif kavramların olup olmadığını tespit edebilmek amacıyla açık uçlu bir yapıda da düzenlenebilmektedir (Voska ve Heikkinen, 2000; Karataş, Köse ve Coştu, 2003; Treagust ve Chandrasegaran, 2007, Şahin ve Çepni, 2010).

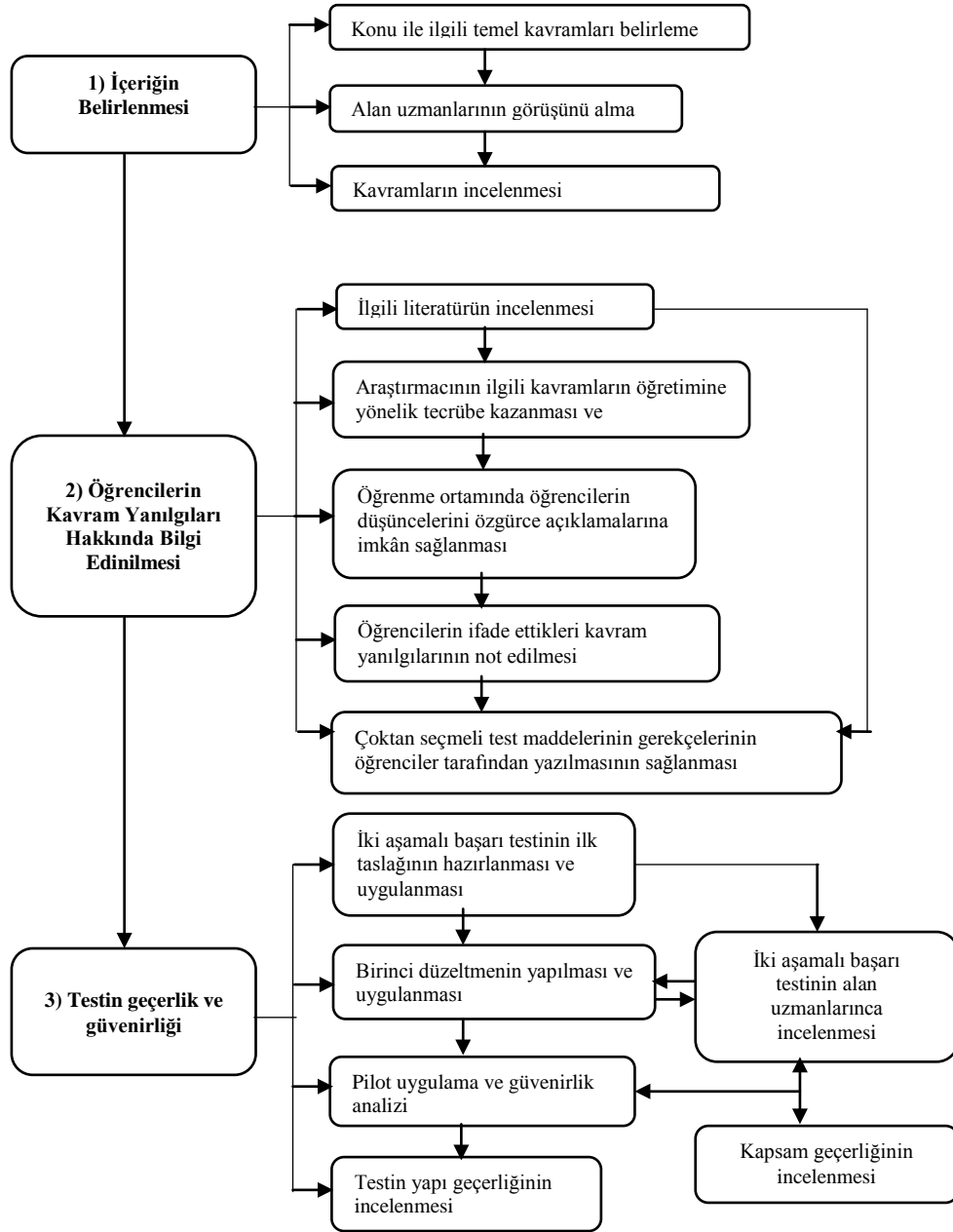
İki aşamalı testlerin her iki aşaması da çoktan seçmeli olarak hazırlanabileceği gibi sadece birinci aşama çoktan seçmeli ikinci aşama ise açık uçlu olacak şekilde de hazırlanabilmektedir. Testin her iki aşaması da çoktan seçmeli olacak şekilde hazırlandığında da testin ikinci aşamasında çoktan seçmeli test maddelerine ek olarak öğrencilerin kendi düşüncelerini yazabilecekleri ‘diğer’ şeklinde açık uçlu bir seçenek de eklenebilmektedir. Böylece öğrencilerin kendi görüşlerini yazmalarına fırsat sunulmaktadır.

3.3.1.1.1. İki Aşamalı Akademik Başarı Testinin Geliştirilmesi

Bu araştırmada, öğretmen adaylarının insanda solunum ve dolaşım sistemi ünitelerindeki akademik başarılarını ve kavram yanılıgılarını belirlemek amacıyla iki aşamalı bir test geliştirilmiştir. Testin ilk aşaması beş seçeneikli çoktan seçmeli test şekilde oluşturulmuştur. Testin ikinci aşamasında ise öğretmen adaylarının ilk aşamada işaretledikleri seçeneği neden seçtiklerini sözel olarak açıklayabilmelerine olanak sağlayan “çünkü” ile başlayan bir bölüm yer almaktadır.

Araştırma sürecinde deney gruplarındaki öğretmen adayları görsel bir materyal olan model geliştirdikleri için soruların oluşturulmasında deney grupları lehine bir farklılık yaratmaması için şekil içerikli sorulara yer verilmemiştir.

Testin geliştirilmesinde Treagust ve Chandrasegaran (2007) tarafından iki aşamalı çoktan seçmeli testlerin geliştirilmesine yönelik olarak önerilen içeriğin belirlenmesi, öğrencilerin kavram yanılgıları hakkında bilgi edinilmesi ve iki aşamalı testin geliştirilmesi (bu başlık bütün süreçleri ifade ettiği için son başlık yerine “*Testin geçerliği ve güvenilirliği*” olarak Şekil 3.6’da belirtilmiştir.) adlı üç ana başlık temel alınmıştır. Şekil 3.6’da testin geliştirilmesinde izlenen adımlar yer almaktadır.



Şekil 3.6. İki Aşamalı Başarı Testinin Geliştirilme Aşamaları

1) İçeriğin Belirlenmesi: İki aşamalı testte yer alacak soruların içeriklerini belirlemek için üniversitelerde Genel Biyoloji II kapsamında ders kitapları olarak okutulan Genel Biyoloji (Edt. Bozkurt, 2010), Biyoloji (Campbell ve Reece, 2008) ve Genel Biyoloji II (Keeton ve Gould, 2007) kitaplarındaki insanda dolaşım ve solunum konularını içeren üniteler içerisindeki kavramlar incelenmiştir.

Hizmet süreleri on yılı aşan ve Genel Biyoloji II dersini veren, farklı üniversitelerdeki üç (1 profesör, 2 doçent) öğretim elemanını ile testte bulunmasına karar verilen kavramlar ile ilgili görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde öğretmen adaylarının en çok hangi kavramları anlamakta güçlük çektiği ve bunların olası nedenleri tartışılmıştır. Görüşmeler sonucunda öğretmen adaylarının zorluk çekmelerinin temel nedenleri olarak;

- farklı disiplinleri birbirleri ile ilişkilendirememeleri (örneğin; damarlardaki kanın akış hızını fizikteki sıvıların akış prensibi ile ilişkilendirememeleri),
- disiplinlerdeki kavramları birbirleri ile karıştırmaları (örneğin; damarlardaki kanın akış hızı ile basıncın karıştırılması) ve
- nedenlerin mantıksal olarak sorgulanmaması (örneğin; kalbin sağ ve sol karıncıklarının kas kitlesinin kalınlığının birbirinden farklı olmasının nedeninin sorgulanmaması) olduğu belirtilmiştir.

2) Öğrencilerin Kavram Yanılgıları Hakkında Bilgi Edinilmesi: Öğretmen adaylarının ünitelerdeki kavram yanılgılarını belirlemek için literatür taraması yapılmıştır. Literatür taramasında sadece üniversite düzeyinde değil, ilköğretimden itibaren bütün kademelerde karşılaşılan kavram yanılgıları araştırılmıştır.

Ayrıca araştırmacı ünitelerde deneyim kazanması için bir bahar ve bir yaz dönemi olmak üzere iki dönem bir öğretim elemanın verdiği dersi takip etmiştir. Bunun yanı sıra araştırmacı dört yıldır bu ünitelerle ilgili deneylerin (Kan hücrelerinin incelenmesi, Kan gruplarının belirlenmesi, Kalp diseksiyonu, Tansiyon ölçümü ve Solunum sistemine ilişkin model oluşturulması) yürütülmesine yardımcı olmaktadır.

Araştırma konusunun belirlenmesi ile birlikte öğretmen adayları ile deneyler sırasında bire bir görüşülerek ifade ettikleri kavram yanılgıları not alınmıştır. Ayrıca not kaygıları olmamalarından ötürü üst sınıflardan (üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adayları) ikişer kişi ile de kavramlar hakkında görüşmeler yapılarak hangi kavramları öğrenirken zorlandıkları ve sahip oldukları kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle

literatürdeki kavram yanılgıları ve ünitelerdeki temel kavramlar temel alınarak taslak sorular ve bunlara ilişkin çoktan seçmeli test maddeleri düzenlenmiştir.

Öğrencilerin ünitelerdeki belirlenen kavramlarla ilgili sebep-sonuç ilişkilerini ortaya koyabilecekleri sorular hazırlanarak kavram yanılgıları belirlenmeye çalışılmıştır. İki aşamalı testin ilk aşamasında çoktan seçmeli sorularda beş seçenek bulunmaktadır. İkinci aşamasında ise öğretmen adaylarının ilgili seçeneğin neden doğru olduğunu açıklamaları için yeterli boşluk bulunan, başında “çünkü” ifadesi yazan kısım yer almaktadır.

3) Testin Geçerlik ve Güvenirliği: Testteki soruların kapsam geçerliği alan uzmanı dört öğretim üyesi (1 profesör, 3 doçent), iki fen bilgisi eğitimi anabilim dalı’nda doktora öğrencisi ve dil bilimi açısından bir uzman tarafından incelenmiştir. Oluşturulan taslak form Genel Biyoloji II dersini başarı ile geçmiş olan son sınıf on öğretmen adayına uygulanmıştır. Uygulama sonrasında anlaşılmayan seçenekler, sorular ve ifadeler ile ilgili öğretmen adaylarının görüşleri doğrultusunda düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanların incelemesi ve on öğretmen adayı ile yapılan ön uygulama sonunda 40 sorudan oluşan iki aşamalı test pilot uygulama için hazır hale getirilmiştir.

Pilot uygulama 2011-2012 eğitim-öğretim yılı güz döneminde, üç farklı devlet üniversitesinde öğrenim gören, Genel Biyoloji II dersini başarı ile geçmiş toplam 132 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarından toplanan bu verilerin bazılarında testin ikinci kısmı olan sorunun nedeninin açıklandığı bölümü boş bırakıldığı için bu 51 kişiye ait veri çıkartılarak güvenirlik çalışmaları 81 kişiye ait veri üzerinde yürütülmüştür. İki aşamalı başarı testinin birinci kısmı çoktan seçmeli sorulardan oluştuğu için güvenirliği ITEMAN (Item and Test Analysis Program) istatistik programı ile hesaplanmıştır. ITEMAN programı, testte yer alan soruların her birinin madde güçlük ve madde ayıricılık değerlerini, testteki çeldiricilerin çalışıp çalışmadığını ve ayrıca testin geneli için güvenirlik katsayısı olan KR-20 (Kuder-Richardson 20) değerini belirleyen bir istatistik programıdır.

Analiz sonuçlarına göre benzer özelliği ölçen sorulardan madde ayırt ediciliği düşük olanlar ve ayrıca çok zor olan sorular analizden çıkartılarak iki aşamalı testin son halinin 26 sorudan oluşmasına karar verilmiştir. İki aşamalı testin ilk kısmında bulunan çoktan seçmeli sorulara ilişkin madde güçlük indeksleri ve ayırt etme güçleri Tablo 3.4’de ve testin ilk kısmına ilişkin genel istatistik değerleri Tablo 3.5’de belirtilmiştir.

Tablo 3.4. İki Aşamalı Kavram Testinin Birinci Kısımına İlişkin Madde Analiz Sonuçları

Soru No	Maddenin güçlük indeksi	Maddenin ayırt etme gücü	Soru No	Maddenin güçlük indeksi	Maddenin ayırt etme gücü
1	0.494	0.657	14	0.605	0.392
2	0.654	0.663	15	0.630	0.323
3	0.296	0.730	16	0.481	0.414
4	0.556	0.546	17	0.617	0.562
5	0.605	0.641	18	0.741	0.514
6	0.605	0.554	19	0.444	0.682
7	0.642	0.703	20	0.593	0.620
8	0.556	0.448	21	0.531	0.512
9	0.531	0.536	22	0.667	0.352
10	0.519	0.568	23	0.617	0.291
11	0.469	0.508	24	0.519	0.236
12	0.395	0.238	25	0.593	0.725
13	0.580	0.619	26	0.556	0.369

Tablo 3.3’de görüldüğü üzere maddelerinin ayırtıcılık güçleri 0.236 ile 0.725 arasında, madde güçlükleri ise 0.296 ile 0.730 arasında değişmektedir. Madde ayırtıcılık değerleri 0.300 -0.700 ve madde güçlük değerlerinin 0.200-0.500 arasında olan soruların iyi olduğu göz önüne alındığında testteki soruların kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 3.5. İki Aşamalı Başarı Testi Madde Analiz Sonuçları

	N	Soru sayısı	\bar{X}	S	Güçlük	Ayırt edicilik	Güvenirlilik
Toplam	81	26	14.494	5.143	0.557	0.516	0.796

Tablo 3.5’de görüldüğü gibi analiz sonucunda iki aşamalı kavram testinin ilk kısmına ilişkin KR-20 güvenirlilik katsayısı 0.796 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar geliştirilen iki aşamalı testin ilk kısmına ilişkin geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşıldığını göstermektedir.

İki aşamalı testten alınabilecek puana bakıldığında doğru (1) ya da yanlış (0) şeklinde iki seçenekli olarak değil; Doğru Seçenek-Doğru Neden (15) ve Boş-Boş (0) arasında farklı kategorilerde puan alınabildiğinden pek çok kişilik testlerinde olduğu gibi (Büyüköztürk, 2007) testin bütününe ilişkin güvenirliliği belirlemek için SPSS 18 programı ile alfa katsayısı hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre iki aşamalı testin bütününe ilişkin hesaplanan alfa katsayısı 0.774 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlilik katsayısı 0.700 ve üzerinde olan ölçeklerin güvenilir olarak kabul edildiği (Tezbaşaran,

1997; Pallant, 2005) göz önüne alındığında bu çalışmada geliştirilen iki aşamalı başarı testinin güvenilirlik katsayısının yeterli olduğu söylenebilir.

Tablo 3.6. İki Aşamalı Kavram Testinin Bütününe Ait Soruların İstatistiksel Değerleri

Soru No	Madde çıkartıldığında ölçek ortalaması	Madde silindiğinde Alpha varyans ölçütü	Düzeltilmiş madde toplam ilişki	Çoklu ilişkinin karesi	Madde silindiğinde Alpha değeri
1	254.5926	1539.994	0.304	0.442	0.767
2	253.6543	1518.304	0.407	0.527	0.762
3	256.0494	1512.773	0.329	0.407	0.765
4	254.4938	1535.628	0.297	0.356	0.767
5	254.5926	1511.094	0.372	0.897	0.763
6	254.3333	1487.275	0.475	0.929	0.758
7	254.2840	1508.556	0.369	0.374	0.763
8	254.5309	1515.352	0.382	0.898	0.763
9	254.2593	1577.494	0.171	0.300	0.773
10	254.9506	1523.223	0.291	0.527	0.767
11	256.0000	1553.225	0.173	0.377	0.774
12	254.0000	1497.875	0.394	0.785	0.762
13	255.0864	1552.730	0.227	0.751	0.770
14	253.6790	1554.846	0.189	0.181	0.773
15	253.7654	1495.582	0.429	0.922	0.760
16	254.8519	1538.178	0.233	0.335	0.770
17	254.1358	1538.544	0.300	0.278	0.767
18	253.6543	1511.304	0.347	0.327	0.764
19	256.1852	1486.253	0.354	0.386	0.763
20	254.8889	1495.400	0.362	0.404	0.763
21	254.4938	1534.878	0.232	0.374	0.771
22	254.2840	1544.706	0.187	0.385	0.774
23	255.7037	1567.886	0.108	0.253	0.780
24	254.0617	1561.884	0.161	0.209	0.775
25	254.1605	1495.886	0.373	0.703	0.762
26	255.3704	1452.161	0.451	0.679	0.757

Pilot uygulama sonucunda geçerlilik ve güvenilirlik bulgularına dayanarak araştırmanın amacına uymayan soruların çıkartılmasıyla soru sayısı 26'ya indirilerek iki aşamalı test son şeklini almıştır. İki aşamalı testteki düzeltilmiş madde toplam ilişkileri 0.108-0.475 arasında değişmektedir. Düzeltilmiş madde toplam ilişkileri 0.200'ün altında olan sorular araştırmacı ve görüşü alınan uzmanlar tarafından gerekli görüldüğü için çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. İki aşamalı başarı testinde 15,17 numaralı sorular “kan”; 11,12,16,19,20 numaralı sorular “kan basıncı”; 1,2,3,13,14 numaralı sorular “kan damarları”; 4,5,6,7 numaralı sorular “kalbin yapısı”; 8,9,10,18 numaralı sorular “kalbin çalışması”; 23,24 numaralı “sorular solunum sisteminin yapısı”; 21,22,25 numaralı sorular “solunum gazlarının taşınması ve serbest bırakılması” ve 26

numaralı soru “soluk alıp verme” kavramları ile ilgilidir. Geliştirilen iki aşamalı başarı testi Ek 1’de sunulmuştur.

İki aşamalı başarı testi bütün deney ve kontrol gruplarında ön test, son test ve kalıcılık testi olarak aynı zamanda uygulanmış ve soruların cevaplandırılması için öğretmen adaylarına 60 dakikalık zaman verilmiştir.

4) İki Aşamalı Başarı Testinin Puanlanması: İki aşamalı başarı testinin analizi Şahin ve Çepni (2011) tarafından yapılan kodlama temel alınarak puanlandırılmıştır. İki aşamalı testin birinci aşaması Doğru Seçenek (DS), Yanlış Seçenek (YS) ve Boş (B) olmak üzere üç kategori altında analiz edilmiştir. DS 5 puan, YS 1 puan ve B 0 puan olarak puanlandırılmıştır. Öğretmen adayının yanlış seçeneği işaretlemesi, hiçbir şey bilmediği anlamına gelmediği için YS’ye 1 puan Boş’a 0 puan verilerek kategoriler birbirinden ayırt edilmiştir. DS ve YS işaretleyen öğretmen adayları arasında belirgin bir fark olması için de DS 5 puan olarak belirlenmiştir.

Testin ikinci aşamasında “çünkü” lerden elde edilen sözel cevapların nitel analizi için; Doğru Neden (DN), Kısmen Doğru Neden (KDN), Kavram Yanılgılı Neden (KYN), Yanlış Neden (YN), İlişkisiz Neden/ Boş (B) şeklinde kategoriler oluşturulmuştur.

Tablo 3.7. İki Aşamalı Testin İkinci Aşamasının Analizinde Kullanılan Kategoriler, Puanlar ve İçerikleri

Kategoriler	Puan	İçerik
Doğru Neden (DN)	10	Geçerliliği olan nedenin bütün yönlerini içeren cevaplar
Kısmen Doğru Neden (KDN)	8	Geçerli gerekçenin bütün yönlerini içermeyen, bazı yönlerini içeren cevaplar
Kavram Yanılgılı Neden (KYN)	3	Açıklamalarda kısmen doğru açıklamalarla birlikte kavram yanılgısı içeren ifadeler
Yanlış Neden (YN)	2	Doğru olmayan bilgiler içeren ifadeler
İlişkisiz Neden / Boş (B)	0	İlgisiz, soruyla ilgisi anlaşılamayan cevap verme veya boş bırakma ve sorunun aynen yazılması gibi durumlar

İki aşamalı testin ikinci aşamasının nasıl puanlandırıldığına ilişkin testin ikinci sorusuna verdikleri nitel cevapların değerlendirilmesinde kullanılan ölçütlerle ilgili testin 2. sorusuna öğrencilerin verdikleri örnekler aşağıda belirtilmiştir.

- *Doğru Neden:* “Damarlardaki kanın akış hızı, damarların toplam kesit alanı ile ters orantılı olarak belirlenir. Ayrıca iki nokta arasındaki basınç farkı sıvıların akması için temel değişkenlerden biridir. Kalbin karıncıkları kasılınca kanı, basınçla atardamarlara iterler bu yüzden kan en hızlı bu damarlarda akar. Kanın akış hızı; hız kılcallarda en düşük düzeydedir çünkü toplam kesit alanı en fazladır ve ayrıca madde

alışverişi kılcal damarlarda gerçekleşir. Toplardamarda ise toplam kesit alanı kılcal damarlara göre azaldığından kanın akış hızı tekrar yükselir.”

Öğretmen adaylarının cevaplarının doğru neden kategorisinde değerlendirilmesi için hem damarların kalpten çıktıktan sonra sıralanmasını ve hem de damarların toplam kesit alanı ile akış hızı ilişkisini yukarıdaki gibi açık olarak yazmaları gerekmektedir.

- *Kısmen Doğru Neden:* “Kan ilk olarak atardamarlara gönderilir bu yüzden en hızlı bu damarlardadır ve madde alışverişi kılcal damarlarda olduğundan bu damarlarda en yavaştır.”

Öğretmen adaylarının cevaplarının kısmen doğru neden kategorisinde değerlendirilmesi için yukarıdaki örnekte görüldüğü gibi cevabın bütün değil bazı yönlerini doğru olarak yanıtlaması beklenmektedir. Yukarıdaki örnekte damarların toplam kesit alanı ile akış hızı ilişkisi belirtilmediği için kısmen doğru kategorisinde değerlendirilmiştir.

- *Kavram Yanılgılı Neden:* “Kalpten pompalanan temiz kan atardamarlar ile taşındığı için kanın akış hızı en fazla bu damarlardadır. Kılcal damarlarda madde alışverişi olduğundan ve kesit alanı toplardamara göre daha fazla olduğundan en yavaş bu damarlardadır.”

Literatürde var olan belli başlı çalışmalardaki kavram yanılgılı ifadeler incelenerek (Yip, 1998; Tekkaya, Çapa ve Yılmaz, 2000; Sungur, Tekkaya ve Geban, 2001; Aşçı, Özkan, ve Tekkaya, 2001; Pelaez, Boyd, Rojas ve Hoover, 2005; Borazan, 2008; Gültepe, Yıldırım ve Sinan, 2008; Çobanoğlu ve Bektaş, 2012; Çokadar, 2012; Yeşilyurt ve Gül, 2012; Özgür, 2013) bu çalışmalardaki kavram yanılgıları ve bunların dışında öğretmen adaylarının diğer yanılgılı ifadeleri “kavram yanılgılı neden” kategorisinde değerlendirilmiştir. Yukarıdaki örneğe bakıldığında öğretmen adayı atardamarlardaki temiz kan varlığı nedeni ile akış hızının en yüksek olduğunu belirtmesi nedeni ile bu kategoride değerlendirilmiştir.

- *Yanlış Neden:* “Kanın akış hızı en hızlı kılcal damarlar sonra atardamarlar ve kanı topladığı için son olarak toplardamarlardadır.”

Öğretmen adaylarının cevaplarının yanlış neden kategorisinde değerlendirilmesi için doğru olmayan bilgiler içermesi gerekmektedir. Yukarıdaki örneği incelediğimizde öğretmen adayı hem kanın akış hızının sıralamasını ve hem de toplardamarların kanı topladığı için en yavaş topladığını belirtmesi nedeni ile bu kategoride bulunmasına karar verilmiştir.

• İlişkısız Neden / Boş (B): “Atardamar>toplardamar>kılcal damar” şeklinde doğru şıkkı yeniden yazan, soru ile ilişkısız yanıtlar verilen ve boş bırakılan şıklar bu kategoride değerlendirilmiştir.

Testin tamamından toplam puan elde etmek için ilk ve ikinci aşamaya ait kategorilere ilişkin puanlar toplanmıştır. Bu kategoriler, kategorilerin puanları ve içerikleri Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. İki Aşamalı Testin Analizinde Kullanılan Kategoriler, Kısaltmalar ve Puanlar

Kategoriler	Kısaltma	Puan
Doğru Seçenek- Doğru Neden	DS-DN	5+10=15
Doğru Seçenek- Kısmen Doğru Neden	DS- KDN	5+8=13
Yanlış Seçenek- Doğru Neden	YS- DN	1+10=11
Yanlış Seçenek- Kısmen Doğru Neden	YS- KDN	1+8=9
Doğru Seçenek- Kavram Yanılgılı Neden	DS- KYN	5+3=8
Doğru Seçenek- Yanlış Neden	DS- YN	5+2=7
Doğru Seçenek- Boş	DS- B	5+0=5
Yanlış Seçenek- Kavram Yanılgılı Neden	YS- KYN	1+3=4
Yanlış Seçenek- Yanlış Neden	YS- YN	1+2=3
Yanlış Seçenek- İlişkısız/ Boş	YS- B	1+0=1
Boş- İlişkısız/ Boş	B-B	0+0=0

Testteki tüm sorular DS-DN kategorisinde puanlandırıldığında testin tamamından alınacak toplam puan (26x15) 390’dır.

3.3.1.2. Problem Çözme Envanteri

Problem Çözme Envanteri (PÇE) Heppner ve Petersen (1982) tarafından, çeşitli araştırmalar sonucu ortaya çıkan “genel yönelim”, “problemin tanımı”, “alternatif üretme”, “karar verme” ve “değerlendirme” gibi problem çözme aşamaları göz önünde bulundurularak, kişinin problemlerini çözebilme yeterliği konusunda kendisini nasıl algıladığının yanı sıra, problem çözme yönteminin boyutlarını da belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. Envanterin Türkçeye çevrilmesi ilk Akkoyun ve Öztan (Akt: Taylan, 1990), daha sonra Taylan (1990) ve son olarak Savaşır ve Şahin (1997) tarafından yapılmıştır.

Ölçekten en düşük 32, en yüksek 192 puan alınabilmektedir. Ölçekten alınan toplam puanların yüksekliği, bireylerin problem çözme konusunda kendini yetersiz algıladığını göstermektedir. Puanlamada 9, 22. ve 29. maddeler puanlama dışı tutulur. 1, 2, 3, 4, 11, 13, 14, 15, 17, 21, 25, 26, 30. ve 34. maddeler ters olarak puanlanan maddelerdir.

PÇE, Aceleci Yaklaşım ($\alpha=0.78$), Düşünen Yaklaşım ($\alpha=0.76$), Kaçınan Yaklaşım ($\alpha=0.74$), Değerlendirici Yaklaşım ($\alpha=0.69$), Kendine Güvenli Yaklaşım ($\alpha=0.64$), Planlı Yaklaşım ($\alpha=0.59$) olmak üzere altı alt boyuttan oluşan bir ölçektir (Savaşır ve Şahin, 1997, s.80). Ölçeğin güvenirlik incelemesinde, yarıya bölme tekniği ile elde edilen güvenirlik katsayısı 0.81 olarak; Cronbach Alfa güvenirlik katsayısı ise 0.88 olarak hesaplanmıştır. Bu araştırmada ise ölçeğin güvenirlik katsayısı 0.81 olarak bulunmuştur.

3.3.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

Araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını değerlendirmek için Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) kullanılmıştır. Bilimsel Yaratıcılık Modeli'nin ana boyutları olan sürecin (hayâl etme, düşünme), karakterin (akıcılık, esneklik, orijinallik) ve ürünün (teknik ürün, fen bilgisi, fen olgusu, fen problemi) tüm alt boyutlarını içeren bir ölçek olan BYÖ Kadayıfçı (2008) ve Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçe'ye uyarlanmıştır.

Ölçek, alışılmadık kullanımlar (soru 1), problemi keşfetme (soru 2), ürün geliştirme (soru 3), bilimsel imgelem (soru 4), problem çözümü (soru5), fen deneyi (soru 6) ve ürün tasarımı (soru 7) konularıyla ilgili yedi açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Sorulara verilen cevaplar akıcılık, özgünlük ve orijinallikleri açısından değerlendirilerek puanlanmaktadır. Bu araştırmada öğretmen adaylarının bu ölçekten aldıkları puanlar Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından belirtilen değerlendirme kriterleri temel alınarak hesaplanmıştır.

Orijinal ölçeğin güvenirlik katsayısı Hu ve Adey (2002) tarafından 160 ortaöğretim öğrencisi ile yürüttüğü çalışmasında 0.89 olarak bulunmuştur. Türkçe'ye uyarlanan ölçeğin güvenirlik katsayısı 57 lise (9. sınıf) öğrencisi ile Kadayıfçı (2008) tarafından 0.73 ve Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından 389 ortaöğretim (6, 7 ve 8. sınıf) öğrencisi ile yürüttüğü çalışmasında 0.86 olarak bulunmuştur. Bu araştırmada ise ölçeğin güvenirlik katsayısı 0.70 olarak bulunmuştur.

3.3.2. Nitel Veri Toplama Araçları

Araştırma sürecinde nitel verileri toplamak için “Odak Grup Görüşmeleri”, “Video Kayıtları” ve “Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları” kullanılmıştır.

3.3.2.1. Odak Grup Görüşmesi

Durum çalışmalarında araştırmalarda başlıca veri toplama yöntemlerinden biri görüşme olduğundan (Yıldırım ve Şimşek, 2008) ve bütün süreçte gruplar halinde çalışma yürütüldüğünden deney gruplarında bulunan öğretmen adayları ile odak grup görüşmesi yapılmıştır. Araştırmanın birincil nitel veri toplama kaynağını odak grup görüşmeleri oluşturmaktadır. Odak grup görüşmeleri araştırmacı tarafından, laboratuvar ortamından ayrı bir odada model oluşturma etkinliklerinin hemen ardından her bir grupla ayrı ayrı ilgili model oluşturma süreçlerinde yaşadıkları deneyimleri, algıları belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler öğretmen adaylarının modelleri oluşturmalarının hemen ardından sıcığı sıcığına gerçekleştirilerek araya zaman girmesi nedeninden kaynaklanabilecek veri kabının en aza indirilmesi amaçlanmıştır.

Odak grup görüşmesi, grupların, bilinçli, yarı bilinçli veya bilinçsiz olarak yaptıkları davranışlar ve psikolojik ve sosyo kültürel özellikleri hakkında bilgi almayı, davranışlarının ardındaki nedenleri öğrenmeyi amaçlayan nitel bir yöntemdir (Kroll, Barbour ve Haris, 2007). Odak grup görüşmeleri, katılımcıların diğer katılımcıların görüşlerini duyabildiği ve buna göre kendi görüşleri üzerinde düşünebildiği sosyal bir ortamda (Büyüköztürk ve diğerleri, 2008; Çokluk, Yılmaz ve Oğuz, 2011), araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenen konu hakkında bireylerin kendi bakış açıları, yaşantıları, ilgileri, deneyimleri, eğilimleri, düşünceleri, algıları, duyguları, tutumları ve alışkanlıkları ile ilgili derinlemesine, detaylı ve çok boyutlu nitel bilgi edinmek amacıyla yapılmaktadır (Stewart ve Shamdasani, 1990; Krueger, 1994).

Odak grup görüşmeleri; eğitim-öğretim ortamında kullanılacak materyallerin geliştirilmesinde (McBrien, Felizardo, Orr ve Raymond, 2008) ve eğitim araştırmalarında sıklıkla kullanılması sebebi ile (Barbour ve Kitzinger, 2001; Gizir, 2007) araştırma sürecinde öğretmen adaylarının düşüncelerini belirlemek amacı ile gerçekleştirilecek görüşmelerin bireysel değil odak grup görüşmesi yapılarak ilgili veriler toplanmıştır. Bu anlamda odak grup görüşmelerinin en önemli avantajı, grup içi etkileşimin ve grup dinamiğinin bir sonucu olarak yeni ve farklı fikirlerin ortaya çıkmasıdır. Bunun için önemli olan katılımcıların kendi görüşlerini özgürce ortaya koymalarını sağlayacak ortam oluşturulmalıdır (Kitzinger, 1995).

Görüşme öncesinde katılımcılara görüşlerinin, bu çalışma dışında herhangi bir yerde kullanılmayacağı, hiçbir görüşün doğru, eksik, yanlış, haklı, haksız vd. ifadelerle

değerlendirilmeyeceği ve ders notlarına etki etmeyeceği açıklanmıştır. Ayrıca görüşme sırasında ses kayıt cihazı kullanılarak konuşmaların kayıt altına alınması için izin alınmıştır.

Odak grup görüşmelerinde, geçerliği artırmak için hazırlanan yarı-yapılandırılmış görüşme soruları uzman görüşü alınarak düzeltilmiştir. Ayrıca, öğretmen adaylarının kendilerini rahat hissedecekleri bir ortam oluşturmak için çaba gösterilmiş ve araştırmacı, katılımcıların güvenini sağlayacak davranışlar (amacı net bir biçimde ortaya koymak, sorulacak soruların sınamaya dönük sınav soruları olmadığına algılanmasını sağlamak vb.) sergilemeye çalışmıştır. Katılımcıların duygu ve düşüncelerinin tam ve doğru şekilde algılandığını belirlemek için görüşmeler sırasında öğretmen adaylarının ifadeleri tekrarlanarak katılımcıların ifadeleri doğrulaması sağlanmıştır. Görüşmeler, her bir grupta bulunan alt gruplar ile modelleri oluşturmalarının hemen ardından yaklaşık 20 dakika süre ile yapılmıştır. Her bir oturumda, alt grupta görüşmeye katılan bireylerin sayısı o alt grupta bulunan üyelerin sayısı kadardır. Görüşme gruplara yönlendirici olmayan aşağıdaki açık uçlu sorular sorulmuştur (Ek 2).

3.3.2.2. Video Kamera Kayıtları

Video kaydı, olay/etkinlik analizi ve mikroanaliz gibi nitel araştırma yaklaşımları için paha biçilmezdir (Glesne, 2013). Video kayıtları, araştırmacılara sözlü olmayan pek çok ipucu vermesi (Silverman, 2000), ileri geri sararak nadir veya sık olayların bulunabilmesi, bir olay hakkında hemen karar vermeden öncesine ya da devamına bakarak yorumların değiştirilebilmesi veya düzeltilmesinin imkân vermesi nedeniyle öğretmen adaylarının modelleri oluşturma sürecinde kullanılmıştır (Plowman, 1999). Deneysel işlem sürecinde bütün işlem gruplarında 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. Bu süreçte araştırmacı dördüncü sınıf öğrencilerinden pilot çalışmaya katılan bir öğretmen adayından destek almıştır.

Araştırmacı tarafından video kaydı, “Video Kaydıdan Önce (Görüntünün en iyi şekilde ayarlanacak şekilde yerleştirilmesi, seslerin anlaşılabilir olması vb.)”, “Video Kaydı Esnasında (herhangi bir aksaklığa karşı kontrol)”, “Video Kaydıdan Sonra (verilerin

bilgisayar ortamına aktarılması)” ve “Kayıtları İzleme” şeklinde belirtilen ölçütler doğrultusunda gerçekleştirmiştir.

Video kaydı çözümlenmesi sürecinde öncelikle, videoya kaydedilen görüntüler ve konuşmalar yazılı bir doküman haline getirilmiştir. Bundan sonraki aşamada yazılı dokümanı kontrol etmek amacıyla görüntüler tekrar izlenmiştir. Elde edilen veriler araştırmacı tarafından modellerin oluşturulma sürecinde deney gruplarında gözlemlenen bazı ayrıntıları ortaya koyarak bulgulara eklenmiştir.

3.3.2.3. Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları

Durum çalışmalarında kullanılan veri toplama tekniklerinden biri dokümanlardır (Robson, 2001) ve ayrıca gözlem ve görüşmeler ile elde edilen verileri destekleyici olmanın yanı sıra, birincil veri kaynağı olarak da kullanılabilir (Boğdan ve Biklen, 2007). Merriam (2013)’e göre sınıfta öğretim uygulamalarına yönelik araştırmalarda, öğreticinin ders planları, öğrenci ödevleri, sınıftaki objeler, okul kayıtları ve öğretmen değerlendirmeleri dokümanlar olabilir.

Bu araştırmada da her bir model oluşturulduktan sonra öğretmen adayları tarafından bireysel olarak doldurulan “*Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları*” kullanılmıştır (Ek 3). Bu doküman öğretmen adaylarının belirlenen problemlerin çözümü için modelleri oluştururken yaptıkları işlemlerin ne kadar farkında olduklarını belirlemek ve kendilerinin oluşturdukları bu modelleri değerlendirmelerini sağlamak amacı ile kullanılmıştır. Dokümanlar giriş, oluşturma ve değerlendirme olmak üzere üç ana basamaktan oluşmaktadır. “Giriş” kısmında modelin temel aldığı problem, amaç, problemin çözümüne ilişkin bilgileri, malzemelerin hangi amaçla kullanıldığı vb. sorular yer almaktadır. “Oluşturma” kısmında ise ilgili modelin hangi malzemeler ile ve nasıl yapılacağı ve sonuçta nasıl bir model ortaya çıkacağına ilişkin bilgiler yer almaktadır. Son basamak olan değerlendirme basamağında ise her bir model için öğretmen adaylarının oluşturdukları modelin şeklini çizerek kullandıkları malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılarla ilişkin bir tablo yapılması istenmiştir. Ayrıca en son “Bana göre model...” başlıklı kısımda öğreten adaylarının oluşturdukları model ile ilgili görüşleri yazılı olarak toplanmıştır. Bu dokümanların giriş ve değerlendirme kısımları gruplardaki bütün öğretmen adaylarına ortak olarak verilirken; oluşturma basamağına ilişkin doküman sadece yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplardaki öğretmen

adaylarına verilmiştir. Dokümanın oluşturma kısmı sadece yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara verilmiştir.

Ayrıca yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar bu süreç sonunda kendi tasarladıkları bir ürün (model) geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu ürünlerin (modellerin) değerlendirilmesine ilişkin Özmen Hızarcıoğlu (2013) tarafından geliştirilen rubrik ve literatürde yer alan (Mayer, Damelin ve Krajcik, 2013; Windschitl ve Thompson, 2013) diğer model değerlendirme kriterleri de göz önüne alınarak araştırmacı tarafından “*Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik*” isimli bir rubrik geliştirilmiştir. Rubrik problemi anlama, amacı belirleme, ne biliyorum?-ne bilmeliyim?(problemin çözümünde gerekli olan bilgileri içermesi), çözüm süreci (kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar ve modelin çalışmasına etki eden faktörler) ve değerlendirme (probleme çözüm olacak şekilde tasarlanması, işlevsel olması ve kullanışlı olması) kriterleri temel alınarak oluşturulmuştur. Hazırlanan rubrikte oluşturulan modellerin yaratıcılık boyutuna bir grupta malzemeleri öğretmen adaylarının kendilerinin seçmesi, diğerinde ise araştırmacı tarafından temin edilmesi nedeni ile yer verilmemiştir. Geliştirilen rubriğe üç uzmanın değerlendirmeleri doğrultusunda son hali verilmiştir (Ek 4). Rubrikte yer alan ilk dört kriter dokümanlarda yer alan soruların cevaplarına göre değerlendirilirken son kriter olan değerlendirme kriteri oluşturulan modeller incelenerek puanlama yapılmaktadır. Rubrikten her bir kriter için 0 ile 4 arasında değişen puanlar alınabilmekte birlikte toplamda en düşük 0; en yüksek 32 puan alınabilmektedir. Alınan puanın yüksek olması oluşturulan modelin belirlenen kriterler açısından daha iyi niteliğe sahip olduğunu göstermektedir.

3.4. Araştırma Süreci

Araştırma 2012-2013 eğitim-öğretim yılı Bahar döneminde, bir devlet üniversitesinde öğrenim gören iki tanesi birinci öğretim ve iki tanesi ikinci öğretim olmak üzere toplam dört farklı şube ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın uygulama sürecinde deney ve kontrol gruplarındaki dersler araştırmacı tarafından işlenmiştir. Böylelikle araştırmanın farklı uygulayıcılardan etkilenmemesi sağlanmaya çalışılmıştır. Genel Biyoloji II dersi, 4 saat teorik ve 2 saat uygulama olmak üzere haftada 6 saat işlenmiştir. Derslerin verimli işlenebilmesi amacı ile dersler gün içerisinde sadece iki saat, haftada üç gün

olacak şekilde ders programına yerleştirilmiştir. Araştırmanın uygulama süreci altı hafta (36 saat) sürmüştür. Araştırma sürecinde “Dolaşım ve Solunum Sistemi” üniteleri işlenmiştir.

Deneysel işlem sürecinde bu ünitelerin konularında yer alan kalp kası, kapakçıklar, atardamar ve kılcal damarlar, toplardamarlar, büyük dolaşım ve diyafram olmak üzere toplam altı adet model oluşturulmuştur. Bu modeller ve gruplara göre yapılaş zamanlarına ilişkin bilgiler Tablo 3.8’de gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Araştırma sürecinde oluşturulan modellerin konusu ve gruplara göre yapılaş zamanları

Model No	Konu	Tarih	Deney-1	Deney-2	Deney-3
Model 1 (M1)	Kalp Kası	13.03.13	13:00-15:00	09:00-11:00	17:00-19:00
Model 2 (M2)	Kapakçıklar	19.03.13	15:00-17:00	11:00-13:00	19:00-21:00
Model 3 (M3)	Atardamar	21.03.13	13:00-15:00	09:00-11:00	17:00-19:00
Model 4 (M4)	Toplardamar	26.03.13	15:00-17:00	11:00-13:00	19:00-21:00
Model 5 (M5)	Dolaşım	28.03.13	13:00-15:00	09:00-11:00	17:00-19:00
Model 6 (M6)	Diyafram	11.04.13	15:00-17:00	11:00-13:00	19:00-21:00

Deney gruplarındaki öğretmen adayları ile öncelikle model nedir?, model örnekleri nelerdir? şeklinde görüşleri alınmış ve modeller hakkında tartışılarak, onlardan yapmaları beklenen uygulamalar konusunda bir ders saati boyunca bilgilendirilmişlerdir. Deney gruplarındaki öğretmen adayları bir grupta 4-5 kişi olacak şekilde gruplara ayrılmıştır. Her bir konuya ilişkin model oluşturulmasının ardından öğretmen adayları ile grup görüşmeleri yapılmıştır.

Deney ve kontrol gruplarında dersler genel olarak düz anlatım, soru-cevap ve beyin fırtınası yöntemi ile işlenmiştir. Bunun yanı sıra PowerPoint sunuları, kısa çizgi filmler ve animasyonlar kullanılarak öğretmen adaylarının konuları içselleştirmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca bütün gruplarda kan hücrelerinin incelenmesi, kan grubu tayini, kan basıncı ölçümü ve kalp diseksiyonu olmak üzere dört adet kapalı uçlu deney yapılmıştır. Ders içerisinde konuları anlaşılıp anlaşılmadığını belirlemeye yönelik alternatif ölçme ve değerlendirme araçlarından anlam çözümleme tablosu ve kavram haritaları kullanılmıştır. Katılımcıların modelleri oluşturabilmeleri için ayrı ayrı grupların

çalışmasına imkân veren Fizik ve Kimya laboratuvarları modellerin oluşturulması sürecinde kullanılmıştır. Derslerin teorik kısmı ise öğretmen adaylarının ve sıralarının sütun ve kolon şeklinde yerleştirildiği, klasik yerleşim düzeninde olan dersliklerde işlenmiştir.

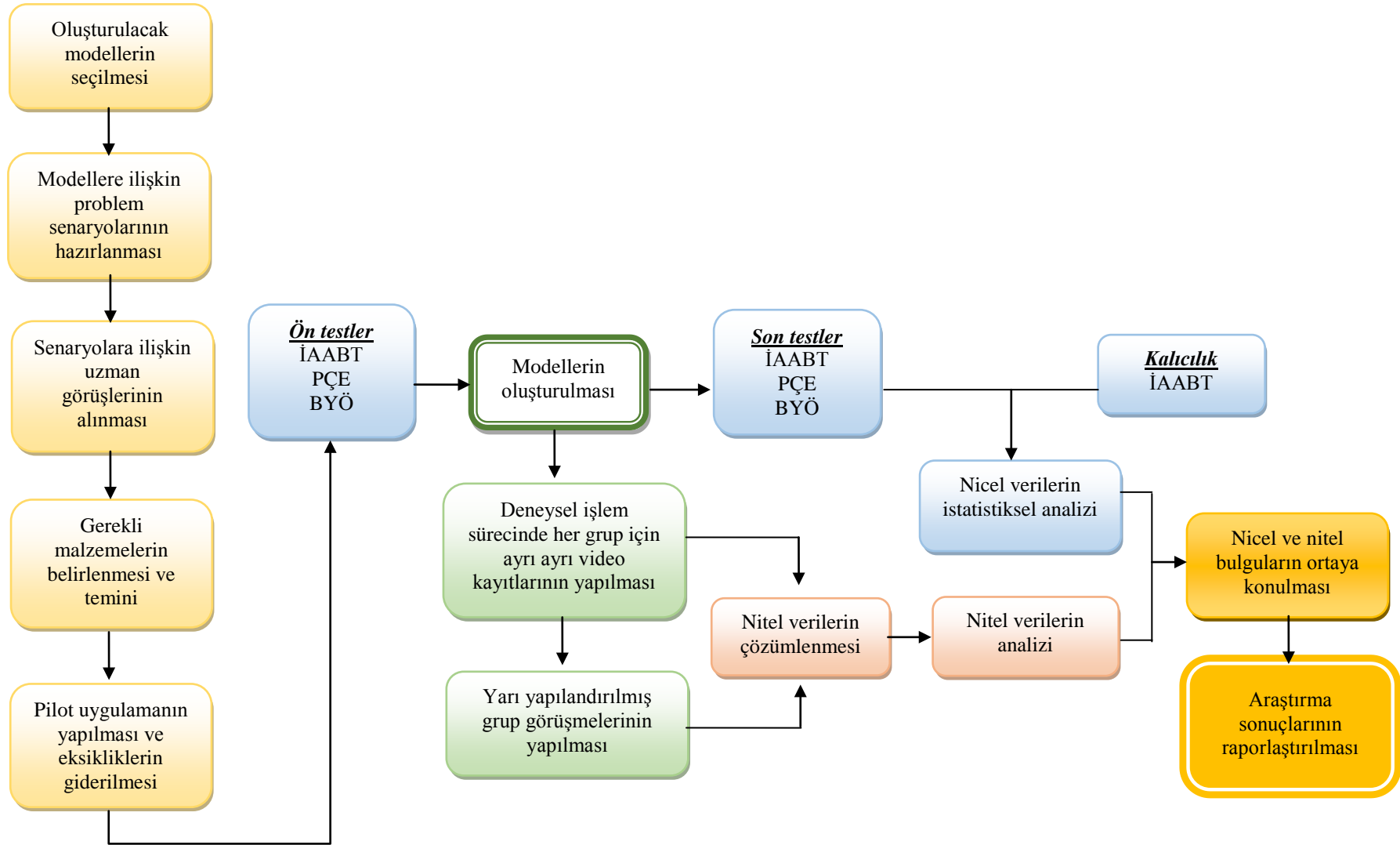
Öğretmen adaylarına kaynak olarak fakültenin kütüphanesinde de bulunan Campbell (2008)' in "Biyoloji" ve Keton ve Gould (2007)'un "Genel Biyoloji 2" kitapları önerilmiştir.

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 vermeye çalışılmıştır.

Deneysel işlem başlamadan bir hafta önce öğretmen adaylarına ön testler (Akademik Başarı, Bilimsel Yaratıcılık ve Problem Çözme Becerileri) ayrı günlerde uygulanmıştır. Her bir ölçme aracı için bütün gruplara eşit ve yeterli olacak süre verilmiştir.

Bütün gruplardaki öğretmen adaylarını derse karşı motive etmek adına uygulamalar sırasında her bireye çay veya çikolata dağıtılmıştır.

Araştırma sürecinde izlenen yol Şekil 3.7' de görülmektedir.



Şekil 3.7. Araştırmanın Uygulama-Analiz ve Değerlendirme Süreci

3.4.1. Modellerin Hazırlanması ve Pilot Uygulamaları

Araştırmanın temel çıkış noktası işlevsel modellerin öğretmen adayları tarafından oluşturulması olduğu için öncelikle dolaşım ve solunum sistemi ünitelerinde yapılan modellere ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması sonucunda Sadi (2010), Sandmann ve Haugwitz (2010) ve Giuliodori ve diğerleri (2009)'nin yaptıkları çalışmalarda kullanılan modellerin bu araştırma sürecinde oluşturulabilecek modellerden bazıları olduğuna karar verilmiştir. Bu araştırma sürecinde bu modellerden bazıları aynen alınırken, bazılarında ise değişikliğe gidilmiştir.

Araştırma sürecinde oluşturulacak modellerin yapım aşamasındaki eksiklerin önceden belirlenmesi ve giderilmesi adına 2012-2013 güz yarısında gönüllü dört son sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile iki hafta süre ile pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulamada öncelikle öğretmen adaylarının problem senaryolarına ilişkin görüş ve önerileri dikkate alınarak rehber dokümanlara ilişkin bir taslak form oluşturulmuştur. Oluşturulan taslak formlar iki alan uzmanı öğretim üyesinin önerileri doğrultusunda son halini almıştır.

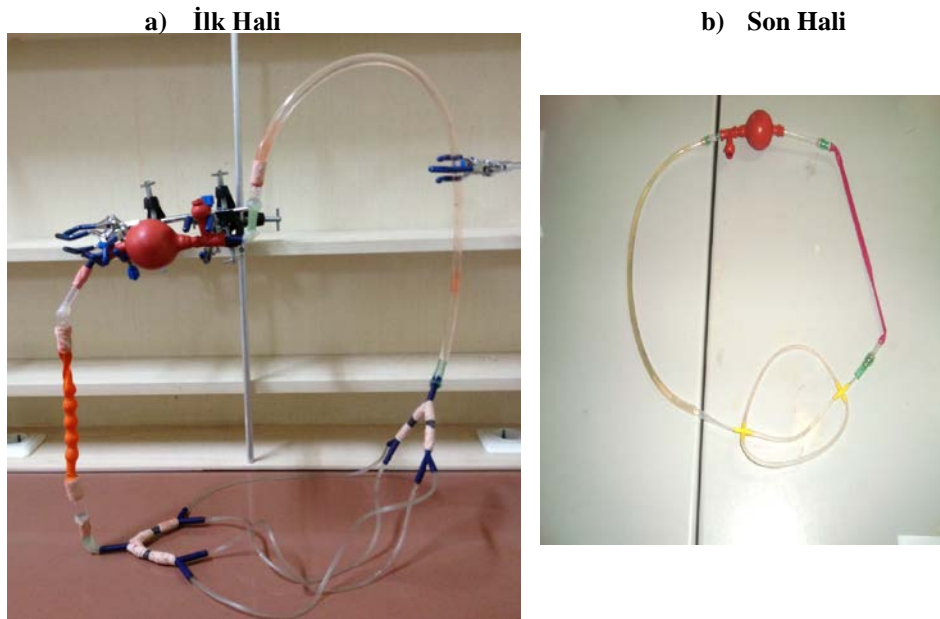
Problem senaryolarının tamamlanması ile birlikte çalışma sürecinde oluşturulacak modellerde kullanılacak malzemeler seçilmiş ve temin edilmiştir. Yapılan çalışmalarda hangi malzemeler ile modellerin oluşturulabileceğine ilişkin bilgiler yer almasına rağmen bazı modellerin yapım aşamasında kullanılacak malzemelerde değişiklikler yapılmıştır. Yapılan değişiklikler modellerin basit, kolay, ekonomik malzemeler (balon, kavanoz, bilye, hortum, pipet vb.) ile oluşturulmasının sağlanmaya çalışılması nedeni ile yapılmıştır.

Pilot çalışmada modellerin yapım aşamasında deney 1 grubunda yapılacak uygulamalar için öğretmen adaylarına problem senaryoları verilerek hangi malzemeler ile nasıl model oluşturabilecekleri tartışılmıştır. Bu süreçte modellerin işlevsel olmasının gerekliliği vurgulanarak görüşleri alınmıştır. Öğretmen adayları ile yapılan görüşmeler sonucunda belirlenen konulara yönelik oluşturulabilecek modellere ilişkin uygulanabilir fikirler üretebildikleri sonucuna ulaşmıştır.

Daha sonra öğretmen adaylarına belirlenen malzemeler verilerek problem senaryoları doğrultusunda modelleri oluşturmaları istenmiştir. Böylelikle deney 2 grubunda yapılacak uygulamanın öğretmen adayları tarafından yapılıp yapılamayacağı

belirlenmeye çalışılmıştır. Bu uygulama sonucunda kısmen zorlanmalarına rağmen öğretmen adaylarının verilen malzemeler ile model oluşturabildikleri gözlemlenmiştir. Son olarak da öğretmen adaylarına modellerin hangi malzemeler ile ve nasıl oluşturulacağına ilişkin dokümanlar verilerek sıralamayı takip ederek modelleri oluşturmaları istenmiştir. Böylelikle deney-3 grubundaki uygulamaların yapılabilirliği sınanmıştır. Bu süreç sonucunda öğretmen adaylarının görüşleri ön planda tutularak modellerin yapım aşamasında kullanılacak malzemelere ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır.

Bu süreç 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 3.8’ de görülmektedir.



Şekil 3.8. Model 5’de Yapılan Değişiklikler (a- İlk Hali, b- Son Hali)

Modelin ilk halinde resimde de görüldüğü üzere sistemin birleşme bölgelerinde bantlar kullanılarak sızdırmazlık sağlanmaya çalışılmıştır. Ancak yine de bunun sağlanmasında sorunlar çıktığı tespit edildiği için birbirine tam uyumlu hortumlar kullanılarak modelin

son halinin şekildeki malzemeler kullanılarak oluşturulmasına karar verilmiştir. Model 5'in dışında diğer modellerde belirlenen malzemelerin dışına çıkılmamıştır.

3.4.2. Deney-1 Grubu (Yapılandırılmamış 3D Model) Uygulamaları

- Deney-1 grubundaki öğretmen adaylarından belirlenen problem durumuna yönelik olarak kendi seçtikleri malzemeler ile çalışan bir model tasarımları beklendiği için bu gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller “yapılandırılmamış 3D modeller” olarak isimlendirilmiştir.
- 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.
- Deney-1 grubundaki öğretmen adaylarına her bir modelin bitiminin ardından bir sonraki modele ilişkin problem senaryoları verilmiştir. Böylelikle bir sonraki model için hangi malzemelerin kullanılacağını araştırma ve temin etmeleri için yeterli süre sağlanmaya çalışılmıştır.
- Deney-1 grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller Ek 5’de belirtilmiştir.

3.4.3. Deney-2 Grubu (Yarı Yapılandırılmış 3D Model) Uygulamaları

- Deney-2 grubundaki öğretmen adaylarından belirlenen problem durumuna yönelik olarak verilen malzemeleri kullanarak çalışan bir model tasarımları beklendiği için bu gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller “yarı yapılandırılmış 3D modeller” olarak isimlendirilmiştir.
- Öğretmen adaylarına modellerin oluşturulmasına ilişkin problem senaryoları önceden dağıtılarak modelde vurgulanacak kavramın çalışma prensibi hakkında fikir yürütmeleri için zaman tanınmıştır.
- Deney-2 grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller Ek 6’da belirtilmiştir.

3.4.4. Deney-3 Grubu (Yapılandırılmış 3D Model) Uygulamaları

- Deney-3 grubundaki öğretmen adaylarından belirlenen problem durumuna yönelik olarak belirlenen malzemeler ile ve yapılış aşamaları belirli şekilde model oluşturmaları

beklendiği için bu gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modeller “yapılandırılmış 3D modeller” olarak isimlendirilmiştir.

-Bu gruptaki öğretmen adaylarına her bir problem senaryosu bir önceki model uygulamasının hemen ardından verilmiştir fakat modelin yapılış aşamalarını belirten kâğıtlar uygulama esnasında verilmiştir.

-Deney-3 grubunda oluşturulan modeller modellere yönelik etkinlik dokümanlarındaki “model düzeneği” kısmındaki resimlerle aynı olduğundan ayrıca ek olarak verilmemiştir.

3.5. Araştırmacının Konumu ve Rolü

Araştırmanın nitel boyutu olduğu ve nitel araştırmalarda araştırmacı verileri toplama, analiz ve yorumlama için önemli bir araç olduğundan (Merriam, 2013) ayrı bir başlık açılarak araştırmacının rolü üzerinde durulmuştur.

Araştırmacı lisans ve yüksek lisans eğitimini Fen Eğitimi alanında yapmış olup nitel araştırma yöntemini kullandığı bazı çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca yüksek lisans tez konusunu “Genel Biyoloji II” dersinin konularını kapsayacak şekilde gerçekleştirmesi nedeni ile de bu araştırmanın konuları ile ilgili ayrıca deneyim sahibidir ve “Genel Biyoloji I” ve “Genel Biyoloji II” dersi kapsamında yer alan laboratuvar uygulamalarında dört yıllık tecrübeye sahiptir. Bunun yanı sıra iki yıl süre ile Genel Biyoloji I ve Genel Biyoloji II derslerini deneyim kazanmak amacı ile takip etmiştir. Ayrıca araştırmacı 2012-2013 eğitim-öğretim yılı Güz döneminde çalışma grubundaki öğrencilerle haftada ikişer saat “Genel Biyoloji I” ve “Kimya III (Analitik)” derslerinin laboratuvar uygulamalarını birlikte gerçekleştirmişlerdir. Bu durum her iki tarafının birbirini önceden tanınmasına olanak sağlayarak karşılıklı güven ve saygı duygularının oluşmasına zemin hazırlamıştır.

Bu araştırmada araştırmacı oluşturulacak modelleri belirleyerek bunları problem senaryosuna dönüştüren ve süreçte öğretmen adaylarının dolduracakları dokümanları hazırlayan kişidir. Ayrıca araştırmacı dersi anlatan, ilgili gruplar için malzemeleri temin eden, odak grup görüşmelerini gerçekleştiren ve video kayıtlarının düzenli gerçekleştirilmesini denetleyen kişidir. Görüşme ve video kayıtları aynı gün içerisinde depolanmıştır ancak dört farklı şubede hem teorik derslerin işlenmesi hem de bu

şubelerinin üçünde model uygulamalarının yapılması sebebi ile verilerin yazıya dökülmesi uygulamaların bitmesinin ardından başlamıştır. Araştırma sürecince araştırmacı herhangi bir soru ya da sorunda ulaşılabilir olmak adına kendi iletişim bilgilerini vermenin yanı sıra sosyal medyayı da kullanarak öğretmen adaylarına rehberlik etmeyi amaçlamıştır.

Bütün bu sürecin sağlıklı yürütülebilmesi ancak bir ekiple mümkün olabileceği için pilot çalışmaya katılan iki dördüncü sınıf öğretmen adayı modellerin oluşturulması sürecinde kamera kayıtlarının başlatılması, sürdürülmesi ve depolanmasına, ayrıca ilgili dokümanların dağıtılması, toplanmasına ve arşivlenmesi sürecine yardımcı olmuştur.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırmada karma yöntem kullanıldığından nicel ve nitel veriler toplanmıştır. Nicel veriler İki aşamalı başarı testi, Bilimsel yaratıcılık ölçeği ve Problem çözme envanteri kullanılarak toplanmıştır. Bu nicel verilerin analizinde hangi analizin kullanılacağını belirlemek için öncelikli olarak verilerin dağılımına bakılmıştır. İki aşamalı başarı testi ve Problem çözme envanterinden elde edilen veriler iki yönlü varyans analizi (Split Plot ANOVA) ile analiz edilirken bilimsel yaratıcılık ölçeğinin ön testinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu için karşılaştırma ANCOVA analizi ile yapılmıştır. Ayrıca süreç sonunda Deney 1 ve Deney 2 grubu tarafından ortaya çıkan modellerin değerlendirilmesi ise araştırmacı tarafından hazırlanan “Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik” ile araştırmacı ve bir diğer uzman tarafından yapılarak aralarındaki tutarlık Kendall W ile analiz edilmiştir.

Nitel verilerin analizinde içerik analizi, betimsel analiz, sürekli karşılaştırmalı analiz, fenomenolojik analiz ve hikâye analizi gibi farklı analiz yöntemleri ile karşılaşmak mümkündür. Bu veri analiz yöntemleri bir sınıflandırma arayışından ziyade araştırmanın amacı, kuramsal çerçevesi ve verileri doğrultusunda nasıl bir sürecin izleneceği ile ilgili bir yol haritası olarak görülmelidir. Nitel araştırmaların özüne bakıldığında da nitel veri analizini yöntem ve teknikler ile sınırlandırmak nitel veri analizinin doğasına aykırı olduğu gerçeği karşımıza çıkmaktadır (Özdemir, 2010). Bu görüşten hareketle ve araştırmanın doğasına uygun olması nedeni ile bu 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 ve Demirel, 2008). Cohen, Manion ve Morrison (2007)'a göre içerik analizi, eldeki yazılı bilgilerin temel içeriklerinin ve içerdikleri mesajların özetlenmesi ve belirtilmesi işlemi olarak da tanımlanmaktadır. Patton (2002) ise içerik analizini bazen metin içinde tekrar eden kelime veya temaları araştırmayı ifade ederken, genel olarak; nitel veriyi indirgemek ve anlamlandırmak için kullanıldığını ifade etmiştir. Yani nitel bir veri setinin, tutarlılık ve anlamları bakımından tanımlamaya çalışır. Yukarıdaki tanımlamalara bakıldığında da görülebileceği gibi içerik analizine ilişkin birbirinden farklı tanımlar yapılsa da, hepsinin vurguladığı iki önemli konu, yöntemin “sistematik” ve “tarafsız” olması gerektiğidir (Koçak ve Arun, 2006, s.22).

İçerik analizinde yapılan işlem, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun kolaylıkla anlayabilmesine imkân verecek şekilde mantıklı bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Gülbahar ve Alper (2009) içerik analizi yoluyla verileri tanımlama ve verilerin içinde saklı gerçekleri ortaya çıkarmak amaçlandığını belirtmişlerdir.

Araştırmada içerik analizi türlerinden ‘kategorisel analiz’ kullanılmıştır. Kategorisel analiz, genel olarak belirli bir mesajın önce birimlere bölünmesi ve ardından bu birimlerin önceden saptanmış ölçütlere göre kategoriler hâlinde gruplandırılmasıdır (Tavşancıl ve Aslan, 2001, s.90). Kategorisel analizde önce veriler kodlanır. Kodlar, soruların benzer cevaplarını tanımlayan ve verileri düzenleyip çözümlenmeye yardım eden semboller olarak tanımlanmaktadır (Robson, 2001, s.252). Bu kodlama, daha önceden belirlenmiş kavramların yanı sıra verilerin kodlanması esnasında ortaya çıkan kavramlara göre yapılmıştır. Ardından kodları genel düzeyde açıklayan kategoriler (temalar) belirlenerek ve bulgular bunlara dayalı olarak yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 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). Sürekli karşılaştırma yöntemiyle kavramsal kategoriler, temalar ve örüntüler belirlenmiştir. (Strauss ve Corbin, 1990).

Bu araştırmanın nitel kısmında ana veri kaynağı olarak odak grup görüşmeleri seçilmiştir. Görüşmelerden elde edilen ham veriler açık kodlama ve kategorisel analiz 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. Bu bağlamda, araştırma verileri analiz edilirken katılımcıların vermiş olduğu cevaplar içerisinde sürekli tekrarlanan olgu ve olaylar belirlenmiş, sürekli birbirleriyle karşılaştırılmış ve bu olgu ve olaylardan yola çıkılarak tümevarım yöntemiyle kategorilere ve temalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte içerik analizi ve sürekli karşılaştırmalı analiz ile ulaşılan kod ve temalar birbirleri ile karşılaştırılıp ilişkilendirilerek en uygun ifadelerle yer vermeye çalışılmıştır. Bu aşamada, herhangi bir programa kayıtlı kalmadan, elle kodlama yapılmıştır. Veriler belirlenen kategoriler altında sınıflandırılarak okuyucu için anlamlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Ardından öğretmen adaylarının doldurdukları dokümanlar derinlemesine incelenerek odak grup görüşmelerinden elde edilen veriler ile ilişkilendirilmiştir. Son olarak video kayıtlarından elde edilen veriler bunlar ile ilişkilendirilerek örnek metinlere yer verilmiştir.

3.7. Geçerlik ve Güvenirlik

Bir araştırmanın kalitesini belirleyen en önemli kriterlerden biri olarak geçerlik ve güvenirlik kavramları karşımıza çıkmaktadır. Araştırma karma desenlerden iç içe gömülü desen çerçevesinde yürütülmüştür. Bu bağlamda nicel ve nitel yöntemler bir arada kullanılmıştır. Nicel ve nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik kavramları farklı olarak ifade edilmektedir. Karasar (2009) nicel araştırmada geçerliği ölçülmek istenen özelliğin diğer özelliklerle karıştırılmadan ölçülebilmesi ve güvenirliliği de ölçme sonuçlarının tesadüfî hatalardan arınık olma derecesi olarak tanımlamaktadır. Benzer şekilde Frankel, Wallen ve Hyun (2011) geçerliği, araştırmacının topladığı verilerden yaptığı çıkarımların uygunluğu, anlamlılığı, yararlılığı olarak tanımlarken; güvenirliliği bu verilerin zaman, mekân ve durumlara göre tutarlılığı olarak tanımlamıştır.

Araştırmanın nicel boyutunun geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanmasında veri toplama araçları ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle araştırmada nicel verilerin toplanmasında kullanılan veri toplama araçlarının hepsi için daha önceden geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmış olup bu araçların geçerlik ve güvenilirlik bilgilerine veri toplama araçlarında ilgili başlık altında yer verilmiştir. Ayrıca bütün gruptaki öğretmen adaylarının bu veri toplama araçlarını doldurması için aynı süre verilmiş ve benzer ortamlarda uygulama yapılmaya dikkat edilmiştir.

Nitel araştırmalarda ise geçerlik, veri içerisinden çıkarılan anlamlar/sonuçlar ve bu anlam ve sonuçların ne kadar objektif oluşturulduğu ile ilgilidir. Güvenirlik ise verilerden çıkartılan anlamların farklı gözlemciler tarafından ya da aynı gözlemci tarafından farklı zamanlarda hangi ölçüde aynı kategori içerisine yerleştirildiği ile ilgilidir (Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013). Nicel araştırmalarda iç geçerlik, dış geçerlik, güvenilirlik ve objektiflik bir çalışmanın kalitesini belirlemek için kullanılan başlıklar iken bu kavramların nitel araştırmalardaki karşılığı inandırıcılık, transfer edilebilirlik, değişmezlik ve teyit edilebilirlik olarak karşımıza çıkmaktadır (Guba ve Lincoln, 1989, Akt: Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013).

Araştırmanın nitel boyutunda, nitel araştırmanın başlıca vasıtası insan olduğu için, onun gözlem ve görüşleri aracılığı ile gerçek hakkındaki yorumlara ulaşılabileceği (Merriam, 2013) düşüncesi ile öncelikli veri toplama aracı olarak odak grup görüşmesi tercih edilmiştir. Böylelikle araştırmanın *inandırıcılığını* arttırmak amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra nitel araştırmalarda araştırmacının sürece etkin ve uzun süreli katılımı zengin ve kapsamlı bilgiler sunmanın yanı sıra (Seidman, 1998, Akt: Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013) çalışılan konu ile ilgi yanlış veya ilgisiz ilişkileri çalışmanın dışında tutulmasını sağladığından (Becker ve Geer, 1957, Akt: Güler, Halıcıoğlu ve Taşğın, 2013) araştırmacı süreç boyunca uygulamalara katılarak birebir süreçte rehber olarak görev almıştır.

Nitel araştırmalarda *inandırıcılığı* ve *teyit edilebilirliği* arttırmak adına çeşitleme (triangulation) yöntemlerinden faydalanılabileceğinden (Merriam, 2013) bu araştırmada görüşme, rehber dokümanlar ve video kaydı gibi farklı veri toplama araçlarından veri toplanarak metodolojik çeşitleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın yöntem bölümünde sürecinin gerçekleştirildiği ortam, yer, katılımcılar ve çalışmanın evreleri hakkında zengin ve detaylı tanımlamalara yer verilerek *transfer edilebilirlik* sağlanmaya

çalışılmıştır. Ayrıca araştırmanın nitel kısmının bütüncül çoklu durum çalışması deseni ile yürütülmesi çoklu durum çalışmalarının başlı başına bulguların dış geçerliğini ve genellenebilirliğini arttıran bir yöntem olması sebebiyle (Merriam, 1998) araştırma sonuçlarının transfer edilebilirliğine doğrudan katkıda bulunduğu söylenebilir. (Silverman, 2010)' de hangi veri toplama ve analiz yönteminin kullanıldığının açık bir şekilde ifade edilmesinin *değişmezliği* sağlamak için yapılabileceğini ifade etmesinden dolayı araştırmanın yöntem bölümünde veri toplama araçları ve verilerin analizi ayrı başlıklar altında verilmiştir. Hangi veri toplama araçlarının araştırmada kullanılmasının daha faydalı olacağına ilişkin aynı alandaki uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Bunun yanı sıra nitel verilerin sunumunda belirli kısımlarda tablolaştırılarak verilerin daha açık ve anlaşılır sunumu sağlanmaya çalışılmıştır.

Son olarak *teyit edilebilirliği* sağlamak adına süreç içerisinde öğretmen adayları ile sosyal ortamlarda çalışmalar ile ilgili görüşleri alışmıştır. Ayrıca verilerin analiz sonuçları her bir gruptaki rastgele seçilen öğretmen adaylarına ayrı ayrı gösterilerek katılımcılar ulaşılan sonuçları teyit etmişlerdir.

BÖLÜM IV. BULGULAR

Bu bölümde, araştırmanın amaçları doğrultusunda ölçme araçlarından elde edilen verilerin analizi nitel ve nicel verilerin analizi olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

4.1. Nicel Bulgular

Sosyal bilimlerde, deneysel işlemlere dayalı karşılaştırmaların yapılacağı araştırmalarda parametrik ya da nonparametrik testlerin mi kullanılacağını belirlemek için incelenmesi gereken bazı kriterler vardır. Bunlardan bir tanesi her bir deneysel işlem grubundaki birey sayısıdır. Büyüköztürk (2009)' a göre parametrik testlerin uygulanabilmesi için her bir gruptaki birey sayısı en az 15 olmalıdır. Bu gereklilik bütün gruplarda karşılanmaktadır ancak parametrik testlerin uygulanması için sadece bu ön koşulun sağlanması yeterli değildir.

Araştırma problemlerine ilişkin hangi istatistiksel analizlerin yapılacağına karar verebilmek için yapılması gerekenlerden diğer bir tanesi, verilerin dağılımının incelenmesidir. Veriler; normal dağıldığında parametrik testler kullanılırken, normal dağılım göstermediğinde nonparametrik testler kullanılmaktadır.

Dağılımın normalliğine karar vermek için veriler farklı yönlerden (çarpıklık-basıklık katsayıları; aritmetik ortalama, medyan ve mod değerleri; dağılım grafikleri) incelenebilir. Çarpıklık ve basıklık katsayılarının sıfıra yakın bir değer alması ve aritmetik ortalama, ortanca ve mod değerlerinin birbirine yakınlığı verilerin normal dağıldığının bir göstergesi olarak kabul edilir (Büyüköztürk, 2007). Verilerin normalliğini betimlemesi amacı ile yapılan betimsel istatistikler Tablo 4.1 'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Nicel Verilere İlişkin Betimsel İstatistikler

	İAABT			PÇE		BYÖ	
	Ön	Son	Kalıcılık	Ön	Son	Ön	Son
Ortalama	124.32	236.43	175.27	103.68	86.17	46.07	54.95
Ortanca	121.00	230.00	170.50	102.50	85.00	46.00	51.00
Mod	112.00	230.00	134.00	99.00	85.00	47.00	30.00
Varyans	268.52	2532.73	1554.77	163.78	269.66	151.82	412.82
Ss	16.38	50.32	39.43	12.79	16.42	12.32	20.31
Çarpıklık	.254	.345	.398	.179	.039	.180	.548
Basıklık	-.895	-.822	-.515	.564	-.64	-.619	-.484

Tablo 4.1’de yer alan değerler incelendiğinde ortalama, ortanca ve mod değerleri başarı testi ve problem çözme becerileri için ön test ve son testlerde birbirine yakın oldu görülmektedir. Ancak başarı testinin kalıcılık uygulamasında ve bilimsel yaratıcılık testinin son uygulamasında bu değerlerin birbirinden biraz daha farklılaştığı görülmektedir. Bu nedenle ve ayrıca diğer verilerin normalliğinin bir kere daha gözden geçirilmesi amacı ile dağılımın normalliği Kolmogorov-Smirnov ($N>50$) testinden aldığı değerler incelenerek araştırılmıştır.

Tablo 4.2. Kolmogorov-Smirnov Testi Sonuçları

	İAABT			PÇE		BYÖ	
	Ön	Son	Kalıcılık	Ön	Son	Ön	Son
Kolmogorov	0.094	0.092	0.065	0.060	0.063	0.074	0.106
Asymp Sig.	0.055	0.065	0.163	0.200	0.200	0.200	0.015

Tablo 4.2 incelendiğinde verilerin iki aşamalı akademik başarı testi (ön, son ve kalıcılık), problem çözme envanterine (ön, son) ilişkin verilerde normal dağıldığı ancak bilimsel yaratıcılık ölçeğinin son testinde normal dağılmadığı görülmektedir ($p<0.05$). Bu nedenle normal dağılımı sağlamak amacı ile karekök düzeltmesi yapılmıştır. Karekök düzeltmesi sonucunda tekrar dağılım incelendiğinde normal dağılımın sağlandığı ($p>0.05$) tespit edilmiştir. Bu incelemeler sonucunda, ölçeklerden elde edilen veriler ile ilgili analizlerin parametrik testler ile yapılmasına karar verilmiştir.

4.1.1. 3D Modellerin İki Aşamalı Akademik Başarı Testine Etkisine İlişkin Bulgular

İki aşamalı başarı testine ilişkin oluşturulan alt problem “Grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol) başarı son test ve ön test puanları arasındaki fark puanlar dizisinin oluşturduğu ilerleme puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Bunu belirlemek için karışık ölçümler için iki yönlü varyans analizi (Split Plot ANOVA) yapılmıştır.

Tablo 4.3. Grupların Akademik Başarı Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puanlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

Gruplar	N	Ön test		Son test		Kalıcılık testi	
		\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S
Deney 1	25	128.00	16.22	256.68	40.78	200.36	33.78
Deney 2	21	127.90	15.39	274.52	45.27	198.80	33.37
Deney 3	21	122.76	16.86	223.38	39.25	158.19	29.74
Kontrol	21	117.95	15.97	187.28	26.07	138.95	18.30
Toplam	88	124.32	16.38	236.43	50.32	175.27	39.43

Tablo 4.3’ de grupların başarı ön test puan ortalamaları incelendiğinde, Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=128.00$); Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=127.90$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=122.76$) ve Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=117.95$) olarak bulunmuştur. Grupların başarı son test puan ortalamaları incelendiğinde, Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=256.68$) Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=274.52$); Deney3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=223.38$) ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=187.28$) olarak bulunmuştur. Kalıcılık testi puan ortalamaları incelendiğinde ise deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=200.36$) Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=198.80$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=158.19$) ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=138.95$) olarak bulunmuştur.

Araştırmada yer alan grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) başarı ön test ve son test ölçümünden aldığı puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı ANOVA ile incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.4’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Grupların Başarı Ön, Son ve Kalıcılık Testleri Puan Ortalamalarına İlişkin Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
Başarı	109039.84	1	109039.84	247.60	0.000	0.747
Grup	115855.40	3	38618.46	25.12	0.000	0.473
Grup*Başarı	21859.00	3	7286.33	16.54	0.000	0.371
Hata	36991.35	84	440.37			

Tablo 4.4 incelendiğinde, grupların iki aşamalı başarı testinden aldıkları puanlar üzerinde yapılan varyans analizi sonuçlarına göre grup etkisi [$F(1-84)= 25.12, p<0.05$], ölçümler arası etki [$F(1-84)= 247.60, p<0.05$] ve ortak etkinin (grup*ölçüm) [$F(1-84)= 16.54, p<0.05$] istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Farklılaşmanın hangi gruplar arasında olduğu belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni testi yapılarak analiz sonuçları incelenmiştir.

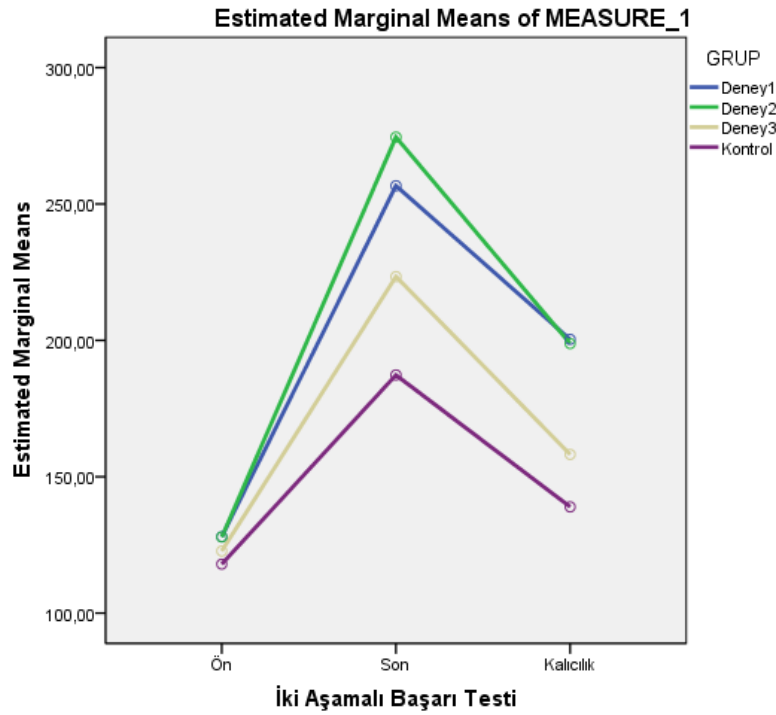
Analiz sonucunda, grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol) iki aşamalı başarı ön testinden aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$). Bu bulguya göre bütün grupların akademik başarılarının deneysel işlem öncesinde birbirine denk olduğu söylenebilir.

Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol gruplarının akademik başarı son testinden aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$). Analiz sonuçlarına göre ilk olarak; Deney 1 ($\bar{X}=256.68$), Deney 2 ($\bar{X}=274.52$) ve Deney 3 ($\bar{X}=223.38$) grubundaki öğretmen adaylarının akademik başarı son testi puan ortalamaları Kontrol ($\bar{X}=187.28$) grubunda bulunan öğretmen adaylarınınkinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer bir sonuç ise; Deney 1 ve Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının akademik başarı son testi puan ortalamaları Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarınınkinden anlamlı derecede yüksektir ($p<0.05$). Son olarak ise; Deney 1 ve Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). İlk sonuca göre üç boyutlu model oluşturmanın nasıl oluşturulduğu, sürecin nasıl işlediği fark etmeksizin akademik başarıyı model oluşturmayanlara göre anlamlı derecede arttırdığı söylenebilir. İkinci olarak ise farklı model oluşturma süreçlerinden yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturmanın akademik başarıyı arttırmada yapılandırılmış

3D model oluşturmaya göre daha etkili olduğu söylenebilir. Son olarak ise yapılandırılmamış 3D model oluşturma ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturma arasında akademik başarıyı artırma açısından anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir.

Ayrıca Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol gruplarının kalıcılık testinden aldıkları puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p < 0.05$). Deney1 ($\bar{X} = 200.36$) ve Deney 2 ($\bar{X} = 198.80$) grubundaki öğretmen adaylarının kalıcılık testi puan ortalamaları hem Deney 3 ($\bar{X} = 158.19$) ve hem de Kontrol ($\bar{X} = 138.95$) grubunda bulunan öğretmen adaylarınınkinden istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir. Ayrıca Deney 1 ve Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının kalıcılık testi puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p > 0.05$). Benzer şekilde Deney 3 ve Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının kalıcılık testi puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p > 0.05$). Buna göre, öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D model ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturmaları; yapılandırılmış 3D model oluşturma ve herhangi bir model oluşturmamaya göre bilgilerin kalıcılığının sağlanmasında daha etkilidir. Bununla birlikte yapılandırılmamış 3D model ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturma arasında akademik başarının kalıcılığını sağlama açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. Ayrıca yapılandırılmış 3D model oluşturma ve geleneksel öğretim gören öğretmen adaylarının kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol gruplarının iki aşamalı başarı testinden aldıkları son test puan ortalamalarının ön test ve kalıcılık testi puan ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ($p < 0.05$). Buna göre verilen eğitimin bütün işlem gruplarında akademik başarıyı arttırmada etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca bütün işlem gruplarının iki aşamalı başarı testinden aldıkları kalıcılık testi puan ortalamaları ön test puan ortalamalarından istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir ($p < 0.05$). Bu bulguya göre de verilen eğitimin bütün işlem gruplarında etkisinin sürdüğü şeklinde yorumlanabilir. Deney 1, Deney 2, Deney 3 ve Kontrol gruplarının akademik başarı puanlarının ön test, son test ve kalıcılık testine göre değişimi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Grupların İki Aşamalı Akademik Başarı Test Puan Ortalamalarının Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testine Göre Değişimi

Şekil 4.1 incelendiğinde en dikkat çekici noktanın ön test ve kalıcılık testinden alınan puan ortalamalarına ilişkin bütün gruplarda kalıcılık testinin puan ortalamalarının ön teste göre daha yüksek olmasıdır. Ayrıca gruplar arasında ön testten son teste en büyük artışın Deneysel 2 grubunda olduğu görülmekle birlikte kalıcılık testinde bu seviyenin Deneysel 1 grubu ile neredeyse aynı seviyede olduğu görülmektedir.

Ayrıca araştırmada öğretmen adaylarının akademik başarılarındaki değişim iki aşamalı başarı testi kullanılarak belirlenmiştir. Bunun sonucu olarak öğretmen adaylarının insanda dolaşım ve solunum sistemlerine ilişkin sahip oldukları yanlış kavramalar da bu araştırma içerisinde incelenmiştir. Tablo 4.5’de buna ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Tabloda yer alan bazı ifadeler literatürde kavram yanılgısı olarak ifade edilmekle birlikte bazılarının kavram yanılgısı olduğuna dair kanıt bulunmadığından aşağıda yer alan ifadeler öğretmen adaylarının sahip olduğu yanlış kavramalar olarak isimlendirilmiştir.

Tablo 4.5. Öğretmen Adaylarının İki Aşamalı Akademik Başarı Testi Sonuçlarına Göre İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemlerine İlişkin Ortaya Çıkan Yanlış Kavramalar

<i>Yanlış kavramalar</i>	<i>Ön</i>	<i>Son</i>	<i>Kalıcılık</i>
	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>
1. Temiz/kirli kan vardır ve temiz kan kanda yararlı maddeler içerirken kirli kan zararlı maddeler içerir.	66	5	6
2. Kan üretimi kalbin kasılma hızına bağlıdır.	3	0	0
3. Hemoglobinin yapısındaki Fe ⁺² , Fe ⁺³ olduğunda daha ağır olacağı için yeterli O ₂ taşınmaz.	9	3	2
4. Atardamarlar temiz kan, toplardamarlar kirli kan taşımaktadır.	42	0	0
5. Atardamarlar temiz kan taşıdığı için akış hızı toplardamara göre daha fazladır.	3	1	1
6. Toplardamarda kan akışı yerçekiminden dolayı en yavaştır.	5	1	0
7. Toplardamarlar kirli kan taşıdığı için akış hızı atardamara göre daha yavaştır	12	0	2
8. Kılcal damar ince olduğu için içerisindeki kan miktarı diğer damarlara kıyasla en azdır ve bu nedenle kanın akış hızı en az bu damardadır.	5	2	1
9. Akciğerlerin görevi kanı temizlemektir.	16	1	0
10. Kalp kanı temizlemekle görevlidir.	9	0	2
11. Kalbin odacıklarındaki kan miktarı farklıdır. Sol karıncık tüm vücuda kan yollayacağı için kan miktarı en fazla buradadır.	3	0	0
12. Kalp içerisindeki temiz kanı direk kendi çalışmasını sağlamak için kullanır.	23	6	3
13. Kalpteki bulb bulb sesi kalbin kasılıp gevşeme sesidir.	45	8	9
14. CO, H ₂ O ile tepkimeye gireceği için vücutta taşınan O ₂ miktarını etkiler.	6	2	2
15. Akciğerler kanı pompalar.	13	3	0
16. Alveoller kanın daha kısa sürede dolaşması için küçük ve çok sayıdadır.	8	2	0
17. Alınan havanın daha yavaş ısıtılması için alveoller küçük ve çok sayıdadır.	3	0	0
18. Alveoller birbirine yapışmasın diye yüzeyleri nemlidir.	2	0	0
19. Alveollerdeki ani ısı değişimlerini önlemek için alveollerin yüzeyi nemlidir.	2	1	1

Tablo 4.5 incelendiğinde öğretmen adaylarının ön testte bulunan yanlış kavramalarından “*Temiz/kirli kan vardır ve temiz kan kanda yararlı maddeler içerirken kirli kan zararlı maddeler içerir*” ve “*Kalp kanı temizlemekle görevlidir*” ifadeleri Borazan (2008)’in sonuçlarında da görülmektedir. Bunun dışında Pelaez, Boyd, Rojas ve Hoover (2005)’nin araştırma sonuçlarındaki “*Akciğerler kanı pompalar.*” İfadesi; Yeşilyurt ve Gül (2012)’ün “*Kalbin odacıklarındaki kan miktarı farklıdır. Sol karıncık tüm vücuda yollayacağı için kan miktarı en fazla buradadır*” ifadesi ve Özgür (2013)’ün “*Kalp kanı temizlemekle görevlidir*” ve “*Atardamarlar temiz kan, toplardamarlar kirli kan taşımaktadır.*” ifadeleri bu araştırma sonucunda ortaya çıkan yanlış kavramlar ile paralel olduğu görülmektedir.

Bunun dışında ön testten son teste doğru bu yanlış kavramalarda azalma görülmekle birlikte bazı yanlışların ilköğretim seviyesinde belirten kavram yanlışları ile paralel olduğu görülmektedir. Ayrıca kalıcılık testinde bu yanlışların devam etmesi literatürle uyumlu olarak kavram yanlışlarını değiştirmenin oldukça güç olduğunu öne süren çalışmaları destekler niteliktedir (Duit ve Treagust, 1998; Hameed, Haekling ve Garnet, 1993; Osbome ve Freyberg, 1985; Redish ve Steinberg, 1999).

4.1.2. 3D Modellerin Problem Çözme Becerisine Etkisine İlişkin Bulgular

Problem çözme becerilerine ilişkin oluşturulan alt problem “Grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) problem çözme becerileri son test ve ön test puanları arasındaki fark puanlar dizisinin oluşturduğu ilerleme puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Grupların problem çözme becerileri ön test puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.5’ de verilmiştir.

Tablo 4.6. Grupların Problem Çözme Becerileri Ön Testine İlişkin Betimsel İstatistikler

Gruplar	N	Ön test		Son test	
		\bar{X}	S	\bar{X}	S
Deney 1	25	107.08	11.13	80.76	7.06
Deney 2	21	107.42	14.45	79.61	11.53
Deney 3	21	100.80	12.04	87.23	16.48
Kontrol	21	100.38	11.40	90.71	10.23
Toplam	88	104.06	12.51	84.40	12.32

Tablo 4.6’ya bakıldığında grupların problem çözme becerileri ön test puan ortalamaları incelendiğinde, deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ön test puanları ortalaması ($\bar{X}=106.08$); Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=107.42$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=100.80$) ve Kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=100.38$) olarak bulunmuştur. Problem çözme becerileri son test puan ortalamaları incelendiğinde ise, Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri son test puanları ortalaması ($\bar{X}=80.76$); Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=79.61$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=87.23$) ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=90.71$) olarak bulunmuştur.

Araştırmada yer alan grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) problem çözme becerilerine ilişkin ön test ve son test ölçümünden aldığı ortalama puanları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı karışık ölçümler için iki yönlü varyans analizi (Split Plot ANOVA) ile incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.7. Problem Çözme Becerilerine İlişkin İki Faktörlü Varyans Analizi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
Ölçüm	16367.28	1	16367.28	211.44	0.000	0.716
Grup	100.44	3	33.48	0.160	0.923	0.006
Grup*Ölçüm	2689.64	3	896.54	11.58	0.000	0.293
Hata	6502.24	84	77.40			

Tablo 4.7’ye bakıldığında grupların problem çözme becerileri envanterinden aldıkları puanlar üzerinde yapılan varyans analizi sonuçlarına göre ölçümler arası [$F_{(1-84)}=211.44$, $p<0.05$] ve ortak etkinin (grup*ölçüm) [$F_{(1-84)}=0.160$, $p<0.05$] istatistiksel olarak anlamlı, grup etkisinin [$F_{(1-84)}=33.48$, $p>0.05$] ise istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

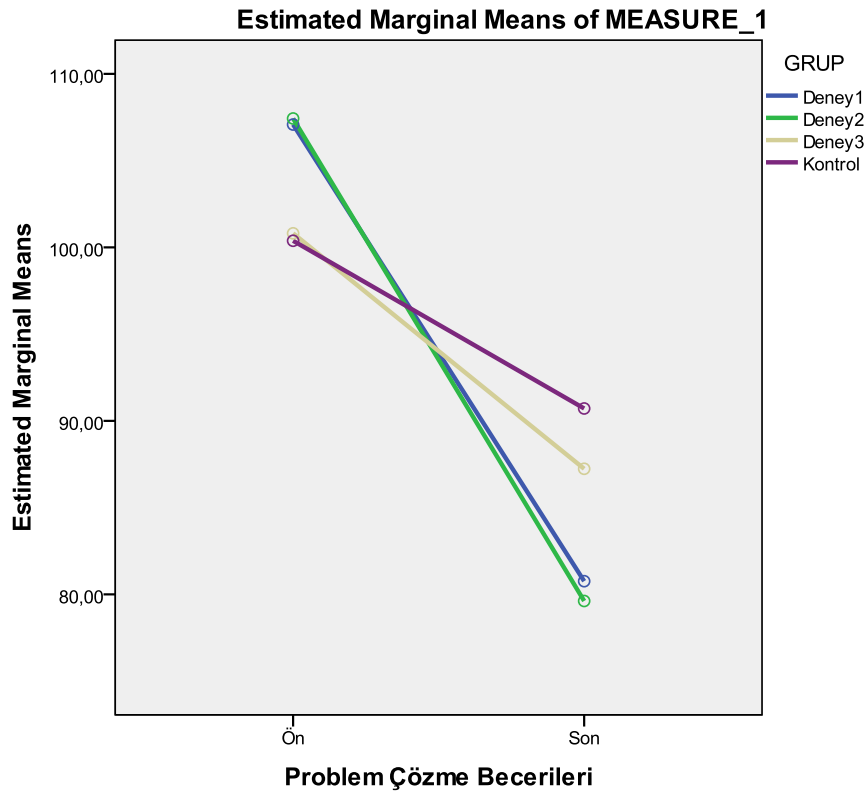
Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) problem çözme becerileri envanterinden aldıkları ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p>0.05$). Bu bulguya göre bütün grupların deneysel işlem öncesinde problem çözme becerileri açısından birbirine denk olduğu söylenebilir.

Grupların problem çözme becerileri envanterinden aldıkları ön test ve son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında, son test puan ortalamalarının bütün işlem gruplarında ön test puan ortalamaları lehine anlamlı düzeyde düşük olduğu bulgusuna ulaşılmıştır ($p<0.05$). Bu teste ilişkin yapılan analizlerde daha düşük puan almak problem çözme becerisinde artışı temsil ettiğinden, her bir gruptaki deneysel işlemin öğretmen adaylarının problem çözme becerileri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Grupların problem çözme becerileri envanterinden aldıkları son test puan ortalamaları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır ($p<0.05$). Farklılaşmanın hangi gruplar arasında olduğu belirlemek için çoklu karşılaştırma testlerinden Bonferroni testi yapılarak analiz sonuçları incelenmiştir. Bonferroni sonuçlarına göre

Deney 1 ($\bar{X}=80.76$) ve kontrol ($\bar{X}=90.71$) gruplarının problem çözme becerileri son testinden alınan puan ortalamaları Deney 1 grubu lehine ve ayrıca Deney 2 ($\bar{X}=79.61$) ve kontrol ($\bar{X}=90.71$) gruplarının problem çözme becerileri son testinden alınan puan ortalamaları Deney 2 grubu lehine istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Bunun dışında Deney 1 ve Deney 2 arasında ve Deney 3 grubu ile herhangi bir diğer gruba problem çözme becerileri açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur ($p>0.05$). Başka bir deyişle, kendi seçtikleri malzemeler ile model oluşturmak ve verilen malzemeler ile model oluşturmak; hiç model oluşturmayan öğretmen adaylarına göre problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu sonucuna varılabilir.

Öğretmen adaylarının buldukları işlem gruplarına göre problem çözme becerilerinin ön testten son teste değişimi Şekil 4.2’de gösterilmektedir.



Şekil 4.2. Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Gruplara Göre Ön Testten Son Teste Değişimi

Şekil 4.2 incelendiğinde en fazla değişimin Deney 1 ve Deney 2 grubunda olduğu görülmektedir. En az değişimin ise Kontrol grubunun problem çözme becerilerine ilişkin ön test ve son testleri arasında olduğu görülmektedir.

4.1.3. 3D Modellerin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine İlişkin Bulgular

Bilimsel yaratıcılık ölçeğinden elde edilen veriler için oluşturulan birinci problem cümlesi “Grupların (Deney 1, Deney 2, Deney 3, Kontrol) bilimsel yaratıcılık ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” şeklinde ifade edilmiştir. Grupların bilimsel yaratıcılık ön test puanlarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.7’de verilmiştir.

Tablo 4.8. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön Testine İlişkin Betimsel İstatistikler

Grup	N	\bar{X}	S
Deney 1	25	48.44	13.88
Deney 2	21	49.85	7.47
Deney 3	21	46.42	14.36
Kontrol	21	39.14	9.69

Tablo 4.8’de grupların bilimsel yaratıcılık puan ortalamaları incelendiğinde, Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ön test puanları ortalaması ($\bar{X}=48.44$); Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=49.85$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=46.42$) ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının ($\bar{X}=39.14$) olarak bulunmuştur.

Grupların bilimsel yaratıcılık ön test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olup olmadığı varyans analizi yapılarak test edilmiştir. Varyans analizi yapabilmek için ANCOVA testinin bütün varsayımları kontrol edilmiştir. Levene testi yapılarak varyansların eşitliği varsayımının karşılanıp karşılanmadığı kontrol edilmiştir. Test sonucuna göre Varyansların eşit olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p=0.568>0.05$). Varyans analizi sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	1451.99	3	483.99	3.45	0.020
Grup İçi	11756.44	84	139.95		
Toplam	13208.44	87			

Varyans analizi sonuçlarına göre grupların ön test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur [$F_{(3-87)}= 3.45$, $p<0.05$]. Bu farklılığın hangi gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görmek için Post Hoc analizi yapılmıştır. Post Hoc analizi sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ön test puan ortalamalarının ($\bar{X}=49.85$), Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarından ($\bar{X}=39.14$) istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksektir.

Bilimsel yaratıcılık son testi puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler Tablo 4.9’ da verilmiştir. Grupların bilimsel yaratıcılık ön testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğundan dolayı araştırmanın üçüncü alt problemde deneysel işlemin etkililiğini kıyaslamak için ön testler kontrol altına alınarak ANCOVA ile analiz edilmiştir.

Tablo 4.10. Grupların Bilimsel Yaratıcılık Ön ve Son Testine Göre Düzeltilmiş Son Test Puanları

Grup	N	\bar{X}	S	\bar{X} (Düzeltilmiş)	S (Düzeltilmiş)
Deney 1	25	57,88	22.37	55.54	2.99
Deney 2	21	64,47	19.54	60.74	3.28
Deney 3	21	55,66	18.93	55.32	3.24
Kontrol	21	41,23	12.26	48.09	3.38

Tablo 4.10 incelendiğinde, Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının deneysel işlem sonrasında aldıkları ön teste göre düzeltilmiş son test puan ortalaması ($\bar{X}=55.54$)’dür. Aynı puan Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarında ($\bar{X}=60.74$); Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarında ($\bar{X}=55.32$) ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarında ($\bar{X}=48.09$)’dur. Grupların bilimsel yaratıcılık ön testlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğundan dolayı araştırmanın üçüncü alt problemde deneysel işlemin etkililiğini kıyaslamak için ön testler kontrol altına alınarak ANCOVA (Kovaryans analizi) ile analiz edilmiştir. Kovaryans analizine başlamadan önce testin varsayımlarının karşılanıp karşılanmadığı kontrol edilmiştir. Varyansların eşitliği varsayımı için Levene testi yapılmış ve varyansların eşit olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($p=0.292>0.05$). Regresyon eğimlerinin eşitliği sayıtlısı için son test üzerinde ortak değişken ile bağımsız değişkenin etkileşimi (ön test*grup) etkisi sınanmış ve bu etkinin

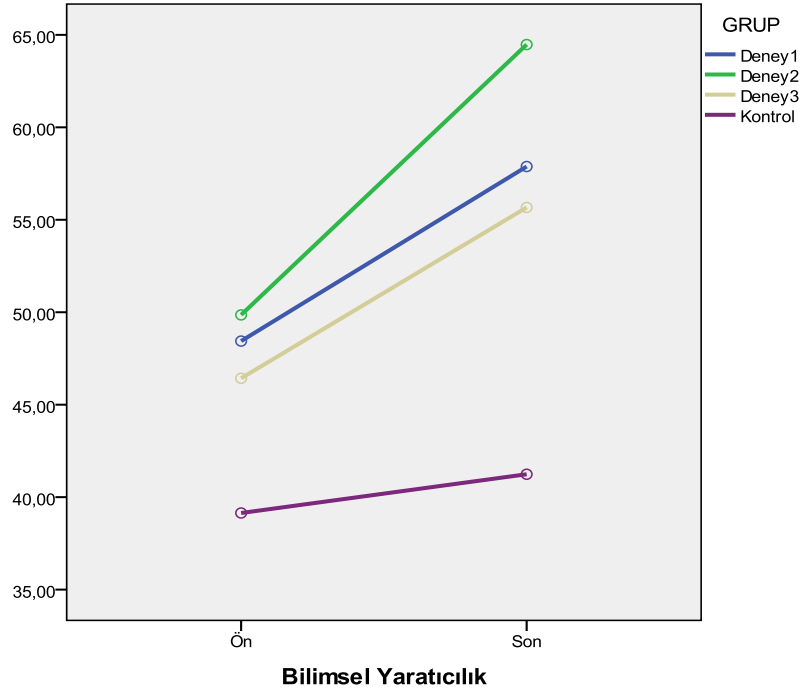
anlamsız çıkması [$F_{(3-80)}=0.34$, $p>0.05$], hesaplanan regresyon doğrularının eğimlerinin eşit olduğunu göstermiştir. Kovaryans analizi (ANCOVA) sonuçları Tablo 4.10' da verilmiştir.

Tablo 4.11. Grupların Ön Test Puanlarına Göre Düzeltilmiş Son Test Puanlarına İlişkin ANCOVA Test Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	η^2
Öntest (Reg.)	11499.04	1	11499.04	52.04	0.000	0.385
Grup	1532.36	3	510.78	2.31	0.082	0.077
Hata	20519,04	83	20519,04	6,906		
Toplam	5497716,00	88				

Tablo 4.11 incelendiğinde, ANCOVA sonuçlarına göre, öğretim ortamında modellerin farklı şekilde oluşturmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının ön test puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık bulunmadığı [$F_{(1-88)} = 2.31$, $p>0.05$] görülmektedir. Bu bulguya göre üç boyutlu modellerin öğretim ortamlarında Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış olmak üzere farklı şekillerde üç boyutlu model oluşturulmasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıkları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı söylenebilir.

Öğretmen adaylarının buldukları işlem gruplarına göre bilimsel yaratıcılıklarının ön testten son teste değişimi Şekil 4.3'de gösterilmektedir.



Şekil 4.3. Öğretmen Adaylarının Bilimsel Yaratıcılıklarının Gruplara Göre Ön Testten Son Teste Değişimi

Şekil 4.3 incelendiğinde yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık son testi ortalamalarının en fazla artış gösterdiği görülmesine rağmen, bu istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmamaktadır. Şekilde dikkat çeken diğer bir nokta ise kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının ön testten son teste değişimin diğer gruplara göre çok çok az olmasıdır.

4.2. Nitel Bulgular

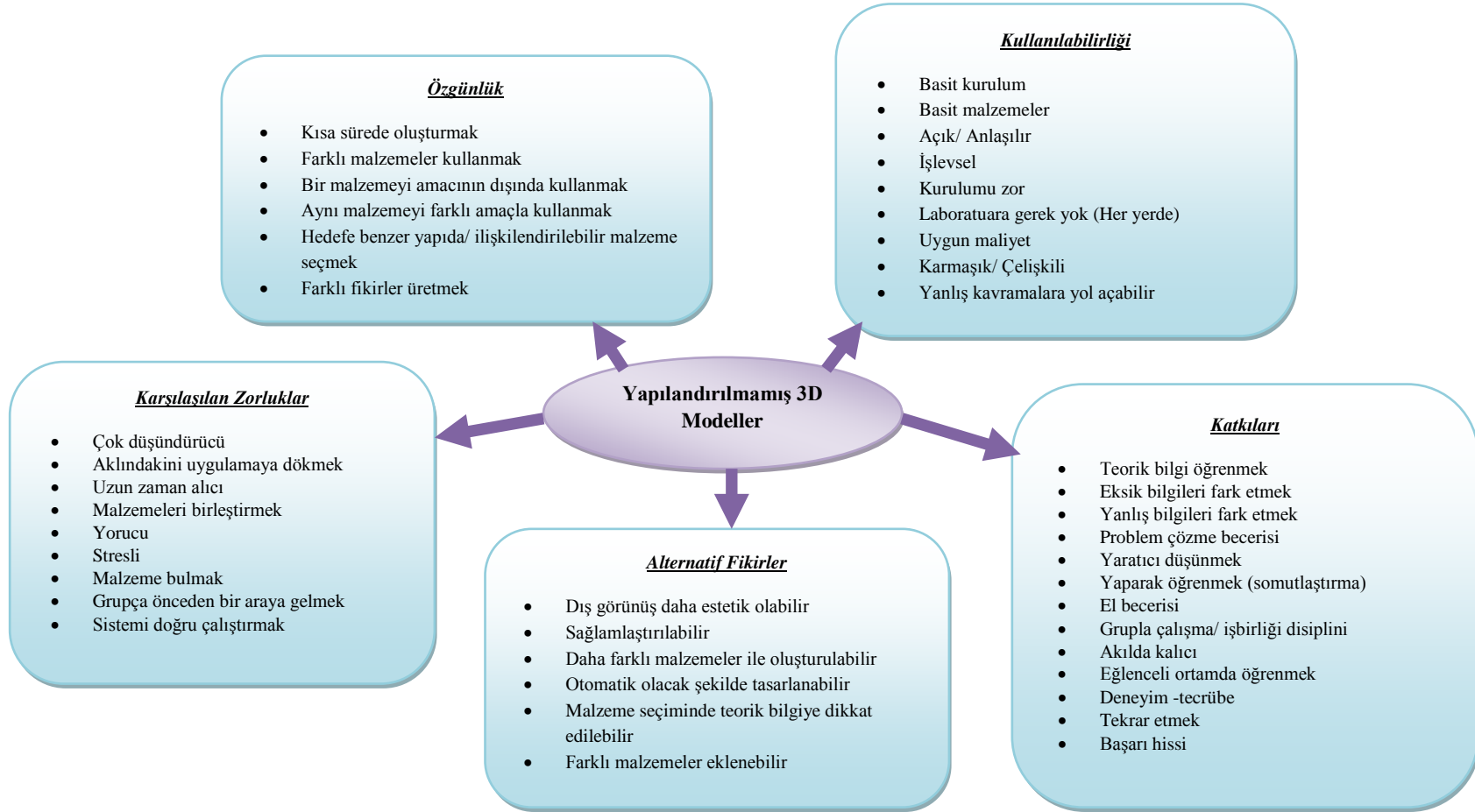
Öğretmen adaylarının model oluşturma süreçlerinde neler yaşadıklarını ve buna ilişkin ortak deneyimlerini belirlemek amacıyla yapılan odak grup görüşmeleri, toplanan dokümanlar ve video kayıtlarına ilişkin analizler deneysel işlem gruplarında farklı işlemsel süreçleri (yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış 3D model oluşturma) içerdiği için ayrı başlıklar altında verilmiştir. Son olarak ise ayrı bir başlık altında yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış 3D model oluşturma süreçleri arasındaki ilişkiler tartışılmıştır.

Bulguların oluşturulmasında birincil veri kaynağı olarak öğretmen adayları ile gerçekleştirilen odak grup görüşmeleri temel alınmıştır. Odak grup görüşmeleri ile ortaya çıkan kodları desteklemek amacı ile dokümanlardan ve video kayıtlarından yararlanılmıştır. Odak görüşmeleri sonucunda çıkan kodlar için her bir alt grupta öğretmen adaylarının ifadelerinden alıntılara yer verilirken, okumayı kolaylaştırmak adına video ve dokümanlardan elde edilen alıntılara daha az yer verilmiştir.

Bunun yanı sıra Deney 1 ve Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının oluşturdukları üç boyutlu modeller araştırmacı ve alanda uzman olan bir kişi tarafından değerlendirilmiştir. Değerlendirme araştırmacı tarafından hazırlanan “Modellerin değerlendirilmesine ilişkin rubrik” ile yapılmıştır. Deney 3 grubunda bulunan öğretmen adayları modellerin oluşturması sırasında önceden bildiği belirli işlem adımları çerçevesinde ilerlediğinden bu grupların oluşturdukları modeller değerlendirmenin dışında tutulmuştur.

4.2.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular

Yapılandırılmamış 3D model oluşturan grupların sürece ilişkin ortak görüş ve değerlendirmelerini bütün olarak incelendiğinde; yapılandırılmamış 3D modellerin “oluşturulmasında karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği”, “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” ve “özgünlüğü” olmak üzere beş tema altında toplanmıştır. Bu temalar ve temaların altında yer alan kodlar Şekil 4.4’de gösterilmekle birlikte, bütün alt grupların bu süreçteki deneyimlerinin ayrıntılı olarak irdelenmesi amacı ile her bir temaya ilişkin veriler ayrı başlıklar altında incelenmiştir.



Şekil 4.4. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney 1 Grubundaki Bütün Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri

4.2.1.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmada Karşılaşılan Zorluklar

Deney 1 grubunda bulunan bütün alt grupların yapılandırılmamış 3D modelleri oluştururken karşılaştıkları zorluklar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.12’de belirtilmiştir.

Tablo 4.12. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar

Gruplar	Model No	Kodlar								
		Çok düşündürücü	Aklındaki uygulamaya dökmek (tasarım)	Uzun zaman alıcı	Malzemeleri birleştirmek	Yorucu	Stresli	Malzeme bulmak	Grupça önceden bir araya gelmek	Sistemi doğru çalıştırmak
Dinamik	M1	√								
	M2		√		√					√
	M3									√
	M4	√				√			√	
	M5				√			√		√
	M6				√	√	√	√		
Dizayn	M1			√				√		
	M2	√	√		√	√				
	M3		√		√			√	√	√
	M4	√	√		√	√	√		√	√
	M5				√			√		√
	M6		√							√
Defne	M1	√						√		
	M2	√	√		√			√		√
	M3		√	√					√	√
	M4	√		√		√		√	√	√
	M5		√					√	√	√
	M6					√			√	
Dünya	M1		√							
	M2				√					√
	M3		√				√		√	√
	M4	√	√			√	√			√
	M5				√			√		
	M6		√		√			√		√
Değişim	M1	√	√					√	√	
	M2				√	√				√
	M3		√		√					
	M4	√	√					√		√
	M5	√	√			√	√			√
	M6				√			√		

Sütunlarda yer alan kodlar, bütün bu süreç içerisinde her bir gruba yapılan odak grup görüşmeleri sırasında ve dokümanlarda kendilerinin ifade ettikleri kavramlardır. Bu noktada aslında “çok düşünmek” her ne kadar olumlu bir kavram olarak bilinse de bu süreçte öğretmen adayları modellerin tasarım aşamasının “çok düşündürücü” olduğunu olumsuz olarak belirttikleri için bu kodun zorluk çektikleri kısımlar teması altında yer almasına karar verilmiştir. Tablo 4.12’ye bakıldığında altı modelin oluşturulması sürecinde toplamda en çok “Dizayn” (f=22) ve “Defne” (f=22) gruplarının zorluk çektiklerini belirten kodları seçtikleri görülmekte birlikte, en az “Dinamik” (f=14) grubunun bu temadaki kodlara ilişkin ifadelerde buldukları görülmektedir. Ayrıca bu temadaki kodların tekrar edilme sıklığına bakıldığında en çok *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=16) ve *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=16) kodlarının; en az ise *uzun zaman alıcı* (f=3) kodunun tercih edildiği görülmektedir. Her bir alt grubun her bir modeli oluştururken yaşadıkları zorluklar ayrı ayrı paragraflarda belirtilmiştir.

“Dinamik” grubundaki öğretmen adaylarının en çok 2, 4 ve 6 numaralı yapılandırılmamış 3D modelleri yaparken zorluk çektikleri görülmekle birlikte, en az 1 ve 3’ü yaparken zorlandıkları noktalar olduğu görülmektedir. “Dinamik” grubu, bu süreçte en çok *malzemeleri bulmak* (f=3), *malzemeleri birleştirmek* (f=3) ve *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=3) konusunda zorluk çektiklerini ifade eden kodları tekrarlamakla birlikte, *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=1) ve *grupça önceden bir araya gelmek* (f=1) konusunda en az sıkıntı yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra süreçte hiç *stres* yaşamadıklarını belirtmeleri önemlidir. Bu temaya ilişkin dinamik grubunda bulunan öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

A_{K5}: Bir şeyler yapıyoruz tasarladığımız şeyi çalıştırmak için ama bunu yapmak gerçekten kolay değil (M3/ Sistemi doğru çalıştırmak)

A_{K1}:Yaparken çalışmak güzel ama yorulduk, hele bir de olmayıp üzerine baştan yeniden yeniden düşünmek çok yordu bugün (M4/ Çok düşündürücü & Yorucu)

A_{K3}: Bu modelde tamamen bir sitem olması gerekiyordu, tamam biz daha önceden serumu kullanmıştık yine onu düşündük ama kılcalları filan oluşturmak için ona uyan şeyler aradık hep (M5/ Sistemi doğru çalıştırmak)

Benzer şekilde *A_{K3}* kodlu öğretmen adayının Model 2’ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntı da *sistemi doğru çalıştırmak* kodunu desteklemek için aşağıda verilmiştir.

Çalışır olması zorlayıcı bir etkendi,

Ayrıca “Dinamik” grubunun video kayıtları incelendiğinde çeşitli kodlara ilişkin diyaloglar bulunmakla birlikte burada en çok tekrar edilen *malzemeleri bulmak* ve *malzemeleri birleştirmek* kodlarına ilişkin aşağıdaki metin örnek olarak verilmiştir.

M5 (Video kaydı: 2dk 45s)

A_{K3}: Nereden başlayalım?

A_{K1}: Malzemeleri dizelim mi şuraya? Görünce aklımıza bir şeyler gelir belki

A_{K5}: Bence de

A_{K3}: Aslında puarı kalp olarak kullanabiliriz diye düşünmüştüm ben ama pipetlere uymuyor.

A_{K4}: (Birleştirmek için) Hortum kullansak olmaz mı?

A_{K3}: Onun ucu girer mi?

(denendi)

A_{K5}: Olmadı bu, buradan su sızar. Başka bir şey olmalı

A_{K1}: O zaman puar yerine başka bir şey mi kullansak (pipete uyan)

(düşündüler)

A_{K5}: O zaman puar yerine başka bir şey bulalım.

“Dizayn” grubunun en çok Model 4 (f=7), en az Model 5 (f=1)’i oluştururken zorluk çektiklerini ifade eden kodları ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretme adaylarının en çok *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=4) ve *malzemeleri birleştirmek* (f=4) kodlarını modelleri oluşturma sürecinde en çok tekrar ettikleri görülmektedir. En az ise *uzun zaman alması* (f=1) ve *stresli* (f=1) olduğu yönünde görüş belirtmişlerdir. Dizayn grubundaki öğretmen adaylarının görüşleri ise şu şekildedir:

A_{K8}: Biz aslında daha da farklı yapmayı düşünüyorduk ama çok uğraşmamız zaman gerekiyordu burada sadece pipetle kâğıda bu kadar uğraştık aslında basit gibi gözüküyor ama gerçekten zaman alıyor. (M1/ Uzun zaman alıcı)

A_{K9}: Tam her şeyi tasarlıyoruz ya çalışmazsa diye de düşünmemiz gerekiyor. Bu bizi strese sokuyor. Ya çalışmazsa diye düşündüğümüz için her türlü alternatifini düşünmemiz gerekiyor. (M4/ Stresli & Çok düşündürücü)

A_{K10}: Artık her şeye bundan ne yapabiliriz gözüyle bakıyoruz yine de malzeme bulmak gerçekten zor. Bu model de farklı malzeme bulmak için Japon pazarı, bir milyoner, kırtasiye her yere baktık (M5/ Malzeme bulmak)

Ayrıca *A_{K9}* kodlu öğretmen adayının Model 4’e ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında *stresli* kodunu desteklemek için aşağıda verilmiştir.

Bu modeli yaparken stres oldum. Biraz problemler anlar yaşadım. Ama yine de mutlu oldum. İlerde öğrencilerime kolbi anlatırken

Bununla birlikte “Dizayn” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar da incelendiğinde *malzemeleri birleştirmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı: 15dk 48s)

A_{K10}: Bana göre kırmızı hortumu kullanalım

A_{K7}: O girmiyor, ben denedim

*A_{K8}: Dur bak şimdi olacak o
(hortumun kenarından kesik atarak genişletti)*

A_{K9}: Vayyy süpersin

A_{K8}: Hahaha çok güzel oldu

A_{K7}: Ama şimdi de su kaçırıyor

“Defne” grubuna bakıldığında en çok Model 4 (f=5), en az ise Model 1 (f=1) ve Model 6 (f=1)’nin oluşturulma sürecinde zorluk çektiklerini belirten kodlar seçtikleri görülmektedir. Ayrıca “Defne” grubunda en çok *malzeme bulmak* (f=4) ve *grupça önceden bir araya gelmek* (f=4) konusunda zorlandıklarını ifade etmekle birlikte en az *malzemeleri birleştirmek* (f=1) konusunda zorluk yaşadıklarını belirten kodlara ilişkin ifadelerde bulunmuşlardır. Bunun yanı sıra Defne grubu da bu süreçte hiç *stres* yaşamadıklarını ifade etmişlerdir. “Defne” grubundaki öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

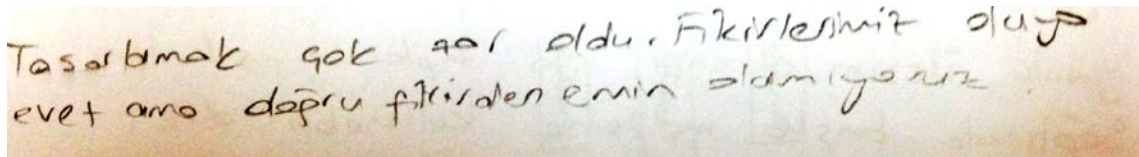
A_{E2}: Yani aslında aklımızda fikir var, çok fazla fikir üretiyoruz grupça ama onu uygulamak zor (M2/ Aklındakini uygulamaya dökmek-tasarım)

A_{E1}: Gezmediğimiz yer kalmadı, tam olarak ne alacağımızı bilmediğimiz için dükkâna girince adam soruyor. Ne arıyorsunuz? Ne için kullanacaksınız? diye. Biz de en baştan anlatıyoruz işte kalbi yapacağız o nedenle şöyle malzeme lazım diye. Şimdi mesela buradaki, bütün esnaflara sorun hepsi biliyor kalbi (M2/ Malzeme bulmak)

A_{K12}: Dersten sonra hep şu zaman toplanalım, neyi nasıl yapalım diye konuşalım diye kararlaştırıyoruz ama olmuyor. Birisinin dersi çıkıyor, diğerinin başka bir şey. Toplanamıyoruz o yüzden, son ana kalıyor (M3/ Grupça önceden bir araya gelmek)

A_{K12}: Düşünmekten beynin patladı artık, dersin başından beri düşünüyoruz şöyle mi yapalım, yok böyle daha iyi yoksa çalışmaz filan, gerçekten yoruyor. Zaten son anda yaptık bunu da (M4/ Çok düşündürücü & Yorucu)

“Defne” grubundaki, Model 2’ye ilişkin A_{E2} kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *aklındakini uygulamaya dökmek* kodunu niteleyen ifade olduğu görülmektedir.



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

Benzer şekilde “Defne” grubuna ilişkin video kayıtları incelendiğinde aşağıdaki diyalog yapılandırılmamış 3D model oluşturmanın zorlukları teması altındaki *yorucu ve grupça önceden bir araya gelmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı: 30dk 45s)

A_{E1}: Olmuyor bu ya bence biz yapamıyoruz diyelim

A_{K13}: Bence Ali'nin dediği gibi deneyelim bir de

A_{K8}: Siz deneyin bu sefer, ben yoruldum

A_{K12}: İşte önceden düşünmemiz lazımdı ben buluşalım dedim sana

A_{E1}: Ödev vardı biliyorsun, hem zaten bugün Organikten kısa sınav olabilirmiş.

Daha ona bakacağım ben ya.

A_{K13}: Herkes bitirdi biz kaldık

A_{E2}: Tamam, tamam hallediyorum ben şimdi. Şu en başta yaptığımız var ya onu pisetle yapalım.

“Dünya” grubuna bakıldığında ise, en çok Model 4 (f=5), en az ise Model 1'i oluştururken zorluk çektiklerini belirten kodları ifade ettikleri görülmektedir. “Dünya” grubunun en çok *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=4) ve *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=4), en az ise *çok düşündürücü* (f=1), *yorucu* (f=1) ve *grupça önceden bir araya gelmek* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. “Dünya” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar şu şekildedir:

A_{K16}: Hani kan yerine su kullandığımız için malzemeleri birbirine uyduramıyoruz. Sızıyor kenardan (M2/ Malzemeleri birleştirmek)

A_{K15}: Önemli olan görsellik değil sistemin çalışması diye düşündüğümüz için tasarlarırken buna çok dikkat ediyoruz. Diğer gruplara baktığımda evet çok daha güzel olanlar var ama sonuçta sistemi tam olarak göstermiyor (M4/ Sistemi doğru olarak çalıştırmak)

A_{K16}: Yani bu sefer baya sona kaldık, o bu derken en sonunda bu şekilde yaptık. Birçok şey deneyip deneyip olmadığı için biraz gerildik açıkça (M3/Stresli)

A_{K17}: Burada aslında dıştan şeffaf balon bulabilseydik daha farklı şekilde yapmayı planlamıştık ama olmadığı için yapamadık (M6/ Malzeme bulmak & Aklındakini uygulamaya dökmek)

“Dünya” grubundaki, Model 2'ye ilişkin A_{K16} kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *stresli* kodunu niteleyen ifade olduğu görülmektedir.

*Aslında bu işe başlarken biraz tedirgindim
zor birşey gibi gelmişti. Ama hayata geçince*

Bununla birlikte “Dünya” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar da incelendiğinde *sistemi doğru olarak çalıştırmak* koduna örnek olarak verilebilir.

M3 (Video kaydı:22dk 50s)

A_{K14}: Atardamar en hızlıydı, basınç da fazla. Kılcalda da tam tersiydi, dimi?

A_{K16}: Evet

A_{K14}: O zaman neresi yanlış bunun?

A_{K18}: Kılcal damarda birisi farklıydı sanki

A_{K14}: Nasıl yani?

K_{K18}: Ya basınç, hız işte?

A_{K16}: Bunda onu zaten gösteremiyoruz ki

A_{K18}: Yaaa şimdi anladım ben. Şimdi atardamarda en hızlı diyoruz kılcalda yavaş ama bizde tam tersi

A_{K15}:Aaa evet

A_{K17}: O zaman baştan hadi

“Değişim” grubuna bakıldığında; en çok Model 5 (f=5), en az ise Model 6 (f=2)’ yı oluştururken zorluk çektiklerini ifade eden kodları ifade etmişlerdir. Ayrıca bu grupta en çok *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=4), *en az ise stresli* (f=1) ve *grupça önceden bir araya gelmek* (f=1) kodlarını bu süreçte ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca *uzun zaman alıcı* olduğu yönündeki kodu bu süreçte hiç belirtmemişlerdir. “Değişim” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri şu şekildedir:

A_{E3}:Aslında çok düşündük, farklı farklı şeyler fakat bunları uygulamaya dökmek çok zor o yüzden en son bu çıktı (M1/ Aklındakini uygulamaya dökmek)

A_{E5}:Çünkü uyumlu malzeme bulmak çok zor, birbirine uyumlu sızdırmayan özellikle sıvı kullanıyorsanız mutlaka bir şekilde sızıyor onu önlemek çok zor (M3/ Malzemeleri birleştirmek)

A_{E7}:Ama teoride hani gerçektende birçok, hani mesela Y şeklinde işte boru kullanabiliriz falan gibi birçok malzeme aklımıza geliyor hani ama işte o sistemi çalıştırırken olmuyor (M4/ Sistemi doğru çalıştırmak)

A_{K18}:Hani düşünmek var mı diye sorarsanız evet hepimizde var ama uygulamaya dökemiyoruz yani uygulamak çok başka bir şey. O da birazda şeyden yetiştirilme tarzından kaynaklanıyor herhalde eğitim sisteminden; hani şu Üniversiteye gelene kadar hani öyle çok böyle bir proje içinde yer almışlığımız yok herhalde hiç birimizin yani kendi adıma konuşayım, böyle bir şey daha önce yaşamadım (M5/Aklındakini uygulamaya dökmek)

A_{E5}: Olacak mı yapabilecek miyiz, çalıştırabilecek miyiz diye stres olduk açıkçası (M5/ Stres)

Benzer şekilde “Değişim” grubuna ilişkin video kayıtları incelendiğinde aşağıdaki diyalog yapılandırılmamış 3D model oluşturmanın zorlukları teması altındaki *yorucu* ve *malzemeleri birleştirmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı: 17dk 10s)

A_{E3}: Kapakçığı nasıl gösterebiliriz ki?

A_{E7}: Hangisini göstereceğiz?

A_{E3}: Ne demek hangisi? Bir kulakçıkla karıncık arasında bir de damar girişlerinde vardı ya oğlum

A_{E7}: Off beynim durdu yemin ediyorum

A_{K18}: Bence Ahmet'in dediği gibi yapalım

A_{E5}: O zaman aşağıya su geçiyor ama geçmemesi lazım.

A_{E3}: Buldum, buldum. (Pet şişeyi eline alıp deneme yapar)

A_{E5}: Ne yapıyorsun?

A_{E3}: Eğer şuradan (Kapak üzerinden) delik açıp elastik bir şey yerleştirirsek olur.

Deney 1 grubunda her bir alt grupta yer alan öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D model oluşturma sürecinde karşılaştıkları zorluklar en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.5.'deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.5. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları

Şekil 4.5'de görüldüğü gibi bu süreçte en çok *aklındakini uygulamaya dökmek* ve *sistemi doğru olarak çalıştırmak* kodları tekrarlanırken *uzun zaman alıcı* yönündeki kod en az tekrarlanmıştır.

4.2.1.2. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Katkıları

Deney 1 grubundaki alt grupların yapılandırılmamış 3D modelleri oluşturmalarının kendilerine katkısına ilişkin belirttikleri düşüncelere yönelik kodlar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.13’de belirtilmiştir.

Tablo 4.13. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modeli Oluşturmanın Katkılarına İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar												
		Teorik bilgi öğrenmek	Eksik bilgileri fark etmek	Yanlış bilgileri fark etmek	Problem çözme becerisi	Yaratıcı düşünmek	Yaparak öğrenmek (somutlaştırma)	El becerisi	Grupla çalışma/ işbirliği	Akılda kalıcı	Eğlenceli ortamda öğrenmek	Deneyim - tecrübe	Tekrar etmek	Başarı hissi
Dinamik	M1	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓			✓
	M2	✓		✓	✓	✓			✓	✓	✓			✓
	M3		✓	✓		✓			✓	✓	✓			
	M4	✓	✓						✓	✓	✓			
	M5	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	M6	✓		✓						✓	✓			
Dizayn	M1	✓			✓		✓			✓				
	M2	✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓		✓	
	M3	✓	✓	✓		✓					✓	✓		
	M4	✓			✓	✓			✓	✓				
	M5	✓					✓			✓				
	M6			✓							✓			
Defne	M1	✓					✓			✓	✓		✓	✓
	M2	✓	✓								✓			
	M3	✓		✓					✓					
	M4	✓							✓	✓				
	M5	✓			✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	M6	✓	✓							✓	✓			
Dünya	M1	✓							✓		✓			✓
	M2	✓				✓	✓		✓		✓		✓	
	M3	✓	✓	✓					✓	✓	✓			✓
	M4	✓	✓	✓										
	M5	✓				✓		✓	✓	✓	✓			✓
	M6	✓	✓			✓				✓				
Değişim	M1	✓	✓	✓			✓			✓				✓
	M2	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓			✓
	M3	✓					✓		✓		✓			
	M4	✓	✓	✓					✓	✓				
	M5	✓					✓		✓	✓				
	M6	✓	✓								✓			

Tablo 4.13'e bakıldığında bütün grupların hemen hemen her modelde *teorik bilgi öğrenme* (f=28) kodunu belirtmesi bu tema için dikkat çekicidir. Ayrıca öğretmen adayları bu temada *teorik bilgi öğrenmek* kodundan sonra en çok *akılda kalıcı* (f=18), *Eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=18) ve *grupla işbirliği içinde çalışma* (f=17) kodlarını belirtmişlerdir. En az ise *Deneyim/anı* (f=2), *el becerisi* (f=3) ve *tekrar etmek* (f=4) kodları seçilmiştir. Toplamda ise grup bazında “Dinamik” grubu en çok katkı ifade eden kodları seçen grup olurken (f=37), arada çok büyük sayısal fark olmamasına rağmen “Defne” grubu en az katkı ifade eden kodları ifade eden grup (f=26) olmuştur. Deney 1 grubunda bulunan alt grupların bu sürecin kendilerine kattıklarına ilişkin görüşleri, ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiş olup ayrıca buna ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılara da yer verilmiştir.

“Dinamik” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=5) ve *grupla işbirliği* (f=5) kodlarını tekrar ettikleri; en az ise *deneyim* (f=1) ve *el becerisi* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca *tekrar yapmak* koduna ise hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında ise *Model 5*'in (f=9) en çok; *Model 4* (f=2) ve *Model 6*'nın (f=2) en az katkı sağladığı görülmektedir. “Dinamik” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

A_{K1}: Ben bu tarz şeylerin yapılması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü hani geçmişte baktığımda ben hiçbir şey hatırlamıyorum demek ki böyle uygulamalar yapmamışız. Demek ki akılda kalıcı olması bizim de böyle şeyler için yapmamız gerekiyordu (M1/Akılda kalıcı)

A_{K5}: 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)

A_{K3}: Yaratıcı düşüncemiz bence gitgide geliyor. Daha olabilecek şeyleri düşünebiliyoruz. Önceden ufak bir şeye takılıp kalıyorduk, üretmiyorduk. Şimdi çözüm üretebiliyoruz. Örneğin; serum kullanmak. Mesela bir önceki hafta da bunu kullanabilirdik ama aklımıza gelmedi, gelseydi çok daha rahat ederdik (M2/ Problem çözme becerisi & Yaratıcı düşünmek)

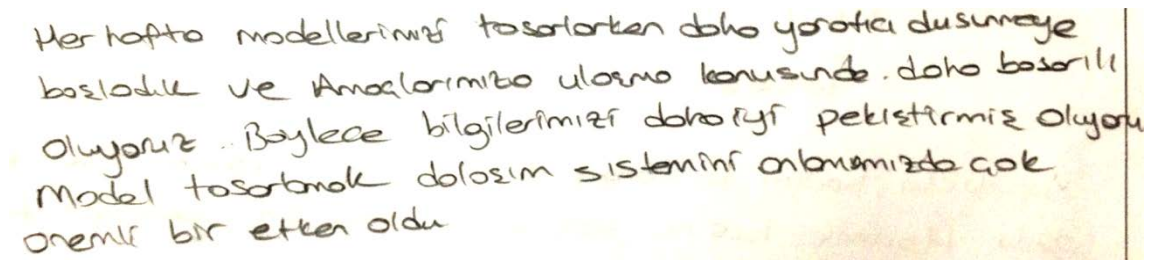
A_{K2}: Yani ben hala tam olarak direk açıklayamıyorum ama damarlardaki hız ve basınçta hep kılcal damarın en az olduğunu zannediyordum. Böylelikle anlamamış olduğumu görmüş oldum (M3/Yanlıştır bilgileri fark etmek)

A_{K3}: Ben toplardamardaki kanın kalpten gelen basınçla tekrar yukarı doğru kalbe geldiğini düşünüyordum, iskelet kaslarının yardımı olduğunu bilmiyordum (M4/ Eksik bilgileri fark etmek)

A_{K5}: Hani böyle modelleri yaparken grupça birlikte yapmak çok güzel herkes bir şekilde işin ucundan tutuyor. Zevk alıyoruz böyle olunca. Bir şey deniyoruz mesela olmayınca hemen bir başkası başka şekilde yardımcı oluyor. (M5/ Eğlenceli ortamda öğrenmek & Grupla çalışma- işbirliği)

A_{K2}: Ben mesela hani diyaframın nefes aldığımızda ya da verdiğimizdeki hareketini tam tersi sanıyordum hep, doğrusunu öğrendim burada (M6/Yanlış bilgileri fark etmek)

Benzer şekilde *A_{K1}* kodlu öğretmen adayının *Model 5*'e ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntı *teorik bilgi öğrenmek* ve *yaratıcı düşünmek* kodlarını desteklemek için verilebilir.



Her hafta modellerimizi tasarlatırken daha yaratıcı düşünmeye başladık ve Amaçlarımızı ulaştırma konusunda daha başarılı oluyoruz. Böylece bilgilerimizi daha iyi pekiştirmiş oluyoruz. Model tasarlamak dolgu sistemini öğrenimizde çok önemli bir etken oldu.

Bununla birlikte “Dinamik” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde grup üyelerinin birbirlerini alkışlaması ve hep birlikte gülmeleri ortamdaki keyif aldığına ve bu nedenle *Eğlenceli ortamda öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca, *A_{K1}* 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)

A_{K1}: 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)

A_{K1}: Anlıyor musunuz ne dediğimi? Anladınız mı?

(hep birlikte gülerler)

A_{K1}: 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

A_{K2}: Nasıl yani? Kasılınca kan damara gitmeyecek mi?

A_{K1}: Tamam amacımız o da yukarıda çıkabilir, hani kapakçık vardı

A_{K2}: tamam tamam şimdi hatırladım.

A_{K3}: yani şunu çıkartıp buraya iki tane takacağız

A_{K1}: evet şimdi oldu

(birbirlerini alkışladılar)

“Dizayn” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin katkılarına ilişkin en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=6); en az ise *deneyim* (f=1) ve *tekrar etmek* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra *el becerisi* ve *başarı hissi* kodlarına hiç yer vermemişlerdir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin

görüşlerine bakıldığında ise *Model 2*'nin ($f=8$) en çok, *Model 6*'nın ($f=2$) ise en az katkı sağladığını belirten kodları ifade etmişlerdir. “Dizayn” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar şu şekildedir:

A_{K10}: Oksijence zengin kan nereden geliyor nereden çıkıyor nereye gidiyor bunu anladım ben bugün (M1/ Teorik bilgi öğrenmek)

A_{K8}: Sistemi anlarken ben aslında konu anlatılınca da çok iyi anlamıştım ama hani bazı noktaları kaçıyorsun bazen mesela hani öğrenirken sen diyorsun ki kapakçık var kulakçık var karıncık var evet ama şimdi hani ikili ve üçlü farklı yapıda olanlar varmış. Şimdi bunu yapacağın için bilmen gerekiyor (M2/ Teorik bilgi öğrenmek & Eksik bilgileri fark etmek)

A_{K9}: Hani atar, toplar ve kılcaldaki hız, basınç filan ben derste çok iyi öğrendiğimi zannetmiştim ama asıl burada öğrendim, yanlış biliyordum mesela kılcalı hani o en ince ya hız basınç orada zaten bir karışıklık oldu (M3/ Teorik bilgi öğrenmek & Yanlış bilgileri fark etmek)

A_{K9}: Yani aslında benim biyoloji ile aram pekiyi değil ve derste anlatılınca da pek anlayamıyorum ama bu şekilde görsel olduğu ve biz yaptığımız için sanki daha iyi öğreniyorum, daha kalıcı olduğuna inanıyorum (M4/ Teorik bilgi öğrenmek & Akılda kalıcı)

A_{K10}: Model sayesinde gözüümüzde canlanıyor o olay ve biz yaptığımız için daha kalıcı oluyor diye düşünüyorum (M5/ Yaparak öğrenme & Akılda kalıcı)

A_{K10}: Bu model için açıkçası çok uğraşamadık ama yine de burada yapmaya çalışmak keyif vericiydi, balonlar filan (M6/ Eğlenceli ortamda öğrenmek)

Bununla birlikte, “Dizayn” grubundaki *A_{K7}* kodlu öğretmen adayının, *Model 2*'ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *problem çözme becerisi* koduna ilişkin ifadeler olduğu görülmektedir.

Modell yaparken bir problemle karşılaştığımızda hemen çözüm üretmeye çalışıyoruz. Bunda hayatta karşılaştığımız problemlere daha uygun yöntem bulma yönümüzü pekiştirir

Benzer şekilde “Dizayn” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde grup üyelerinin oluşturacakları sistem ile ilgili karşılaştıkları sorunun çözümüne yönelik hep birlikte fikir yürütmeleri ve belirtilen fikirlere yönelik deneme yapmaları *grupla çalışma/işbirliği* koduna örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı: 21dk 12s)

A_{K9}: Tam olarak böyle sıvı geçtikten hemen sonra kapatacak bir şey yapmamız gerekiyor.

A_{K8}: Gelişmiyor işte şey yok, böyle bir anda sıkıp sonra açmamız gerekiyor.

A_{K10}: Tel toka taksak, tel toka var mı? O tutabilir

A_{K8}: Hayır olmaz, çok sıkı bir şey lazım. Çok çok daha sıkı tutan bir şey

A_{K7}: Şunu sokalım. Küçük bir delik açalım şurada (şeffaf hortumda)

A_{K10}: Pipetten nasıl delik açılacak ki (denerler)

A_{K8}: Çatlak bir damar oldu (su sızar)

A_{K9}: Bak şimdi ne yapacağız biliyor musun? Bu bantı iki taraflı kullanıp şuraya yapıştıracağız. Şu kısımdan da delip bağlayınca kapakçık görevi görecek (denerler)

A_{K9}: Banta su deyince olmuyor, yapışmadı

A_{K7}: Başka bir şey bulmalıyız.

A_{K8}: Bunu (deterjan kapağı) deneyelim bir de.

“Defne” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=6) kodunu tekrar ettikleri; en az ise *yanlış bilgileri fark etmek* (f=1), *yaparak öğrenmek/somutlaştırma* (f=1), *el becerisi* (f=1) ve *problem çözme becerisi* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca *yaratıcı düşünme* ve *Deneyim/anı* kodlarına hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında ise *model 5’in* (f=8) en çok; *model 4’ün* (f=2) en az katkı sağladığı görülmektedir. “Defne” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

A_{K12}: Derste anlatılınca unutuluyor ama sonuçta bunu biz ürettik, uğraştık, konuştuk, tekrar ettik. Akılda kalıyor yani (M1/ Yaparak öğrenme & Akılda kalıcı & Tekrar etmek)

A_{E1}: Bir sürü konu bilmiyordum. Modeli yapabilmek için sıvı basıncının üzerinde durduk hep. Yapabilmek için diğer disiplinlerden de bilgi gerekiyormuş onu fark ettik ve onun üzerinde durduk (M2/ Eksik bilgileri fark etmek)

A_{E2}: İyi ki kızlar var açıkçası grubumuzda. Böylelikle grupça çalışabiliyoruz yoksa Cem ile bana kalsa zor. Onlar sayesinde grupça çalışma nedir biraz daha iyi anladık (M3/ Grupla işbirliği)

A_{E1}: Daha anlaşılır oluyor bir kere hani konu anlaşılıyor modeli yaparken baya bir oturtturduk biz teoriyi (M4/ Teorik bilgi öğrenmek)

A_{K11}: Sürekli düşünme halinde ne yapabiliriz diye hep beraber düşünüyoruz ve ortaya bir şeyler çıkması çok güzel bir şey, eğlenceli de oluyor farklı şeyler bulmaya çalışıyoruz falan (M5/ Grupla işbirliği & Eğlenceli ortamda öğrenmek)

A_{E2}: Ben nasıl soluk alıp verdiğimizi bilmiyordum açıkçası, geçen gün derste işlenmiş fakat ben gelmediğim için ilk defa burada modeli yapmaya çalışırken duydum pozitif basınçlı, negatif basınçlı soluma diye (M4/ Eksik bilgileri fark etmek)

Bununla birlikte, Model 5’ye ilişkin *A_{K13}* kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *el becerisi* ve *eğlenceli* kodlarını niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.

Dersten çok zevk aldım. Hayal gücümü ve el becerimi geliştirdi.

Ayrıca “Defne” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar da incelendiğinde grup üyelerinden birinin diğerlerine oluşturdukları sistemin çalışmasını anlatırken aynı zamanda konu ile ilgili de bilgi vermesi *teorik bilgi öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M1 (Video kaydı: 2dk 45s)

A_{K11}: Sen su motoru dediğinde biz büyük bir şey sanmıştık. Böyle olduğunu bilseydik başta hayır demezdik. Küçükmiş bunlar

A_{K13}: Peki şimdi bu buraya geliyor. Diğeri de çapraz olarak oraya gidiyor. Peki nasıl oluyor?

A_{E1}: Nasıl nasıl?

A_{E2}: Bak bu soruyu hiç beklemiyordum (güldüler)

A_{E1}: Yani sonuçta burada kan dolaşmayacak mı? İşte burası sol karıncığımız oradan gelen de (hortum)kulakçığa (sağ üst köşe), geliyor. Oradan aşağıya (sağ karıncık) gidiyor. Sonra hoop oradan da akciğerlere temizlenmek için gidiyor. Tabi biz onu göstermedik ama işte oradan da sol kulakçığa gelmiş oluyor.

A_{K13}: Sen anlamışsın bu işi

A_{E1}: Herhalde yahu, bu malzemeleri nasıl alırdık yoksa

“Dünya” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=6); en az ise *yaparak öğrenmek/somutlaştırma* (f=1), *el becerisi* (f=1) ve *tekrar etmek* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra *Deneyim/anı* ve *problem çözme becerisi* kodlarına hiç yer vermedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında ise *Model 3*’nin (f=7) ve *Model 5*’in (f=7) en çok, *Model 4*’ün (f=3) ise en az katkı sağladığını belirten kodları ifade ettikleri belirlenmiştir. “Dünya” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

A_{K15}: Yaparken evet öyleydi böyleydi sıkıntılar oluyor ama sonuca geldiğimizde bitmiş bir şey görmek hele bir de düzgün çalışınca yapabildiğimi görüyorum. Vay be diyorum, biz yaptık (M1/ Başarı hissi & Grupla işbirliği)

A_{K18}: Sonuçta kullandığımız malzemelere bakıyorum balon var en başta, bu zaten eğlenceli olmasına yol açıyor (M2/ Eğlenceli ortamda öğrenmek)

A_{K16}: Bence bunları yapmamızın en iyi yanı üzerinde düşündüğümüz için daha kalıcı oluyor (M4/ Akılda kalıcı)

A_{K18}: İyi ki grupça yapıyoruz. Öteki türlü hayatta ben yapamazdım birlikte olmak güç veriyor insana. Öteki türlü tıkandığın zaman yapacak şey yok, tek başınasın (M5/ Grupla işbirliği)

A_{K17}:Eskiden ezber yapmam gerektiğini düşünüyordum şimdi model yapmak düşünmeye sevk ettiği için konuyu daha iyi anlıyorum (M6/ Teorik bilgi öğrenmek)

Bununla birlikte, *Model 5*'ye ilişkin *A_{K17}* kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *yaratıcı düşünme ve akılda kalıcı* kodlarını niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.

Gitgide modellerimiz güzelleşiyor. Model yapımı konunun daha rahat anlaşılmasını ve akılda kalmasını sağlıyor. Amaçlarımıza ulaşmak konusunda daha da iyiyiz artık. Yaratıcılığımız gelişiyor. Daha fazla, farklı fikirler üretebiliyoruz. Yanlış göstererek doğru anlamalarına yardımcı olabiliriz bu şekilde.

Ayrıca, “Dünya” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar da incelendiğinde *yanlış bilgileri fark etmek* kodunu niteleyen ifadelerin bulunduğu söylenebilir.

M4 (Video kaydı:21dk 41s)

A_{K3}: Şu an yapabileceğimiz tek şey yandan pipetlerle boruyu kullanmak.

A_{K1}: Sen ne yapıyorsun?

A_{K3}: Hiç sadece deniyorum. Böyle olmadı mı?

A_{K4}: Sonuçta aşağıya su gelmiyor

A_{K3}: Tamam ama o zaman daha önce yaptığımızın aynısı oluyor ki bunda farklı.

A_{K5}: Nasıl farklı? Nesi farklı ki?

A_{K1}: Adı farklı bir tek. Venöz müydü neydi öyle bir şey.

A_{K5}: Hayır işte. Diğer kapakçıkları yaparken kalp kasılmasını kullandık burada işte farklı olması gereken kalp değil, kas kasılarak olmalı, yani bir bütün gibi olmalı o balon olarak kullandığımız şey.

“Değişim” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin değerlendirmelerine bakıldığında en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=6) kodunu tekrar ettikleri; en az ise *başarı hissi* (f=1) ve *yaratıcı düşünme* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra Deneyim-anı, problem çözme becerisi, el becerisi ve *tekrar etmek* kodlarına hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında ise *Model 2* (f=7) en çok; *Model 6* (f=3) ise en az katkı sağladığı görülmektedir. “Değişim” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

A_{E6}: Arada ne kadar yanlışlar da olsa ortaya bir şeyler çıkması çok güzel, sonuçta biz yapıyoruz (M1/ Yaparak öğrenme)

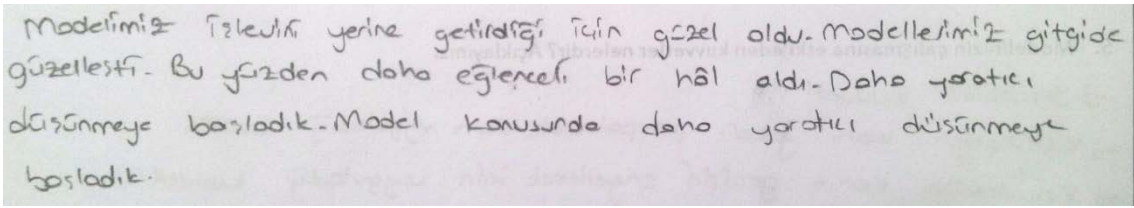
A_{K19}: *Kullandığımız malzemeler basit olabilir evet ama sonuçta onları biz birleştiriyoruz ve sonuçta ortaya bir şey çıkması kendimi iyi hissettiriyor, yapabiliyormuşum diyorum (M2/ Başarı hissi & Yaparak öğrenmek)*

A_{E7}: *Böyle üç boyutlu olarak yapınca içimizdeki sistemin nasıl işlediğini gözümüzde canlandırabiliyoruz (M3/ Teorik bilgi öğrenmek)*

A_{E7}: *Ben toplardamarlarda kanın kaslar ile ilerlediğini bilmiyordum yani onun da rolü olduğunu. Modeli yapmak için toplandığımızda Mevlüt sayesinde öğrendim ben (M5/ Eksik bilgileri fark etmek)*

A_{E5}: *Deney yaptık mesela kalbi kesip inceledik. Deneyde işte kalp kasılınca şuraya gidiyor yani gidiyormuş oldu. Biz gerçekten görmedik ki deneyde nereye gittiğini sadece –miş gibi oldu. Bunda ise kendimiz yaptık ve görüyoruz nereden nereye gittiğini (M5/ Yaparak öğrenmek)*

Bununla birlikte, Model 2'ye ilişkin A_{K19} kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *eğlenceli ve yaratıcı düşünme* kodlarını niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.



Modelimiz Tizlekin yerine getirdiği için güzel oldu. Modellemiz gitgide güzelleşti. Bu yüzden daha eğlenceli bir hâl aldı. Daha yaratıcı düşünmeye başladık. Model konusunda daha yaratıcı düşünmeye başladık.

Ayrıca, “Değişim” grubunun video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde grup üyelerinin bu süreçte birlikte gülmeleri ortamdaki keyif aldığına ve bu nedenle de *Eğlenceli ortamda öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca, A_{K19} kodlu öğretmen adayının grup arkadaşı sayesinde kapakçıkların farklı yönleri de açılabilirliğini öğrenmesi *yanlış bilgileri fark etmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı: 5dk 33s)

A_{E7}: *İlk önce kapağın yerini ayarlasaydık sonra delseydik ya*

A_{E4}: *Denk gelmiyor. Bistüri nerede?*

(Balonu keserek denerler)

A_{E7}: *Çıkıyor*

A_{E6}: *Nasıl yapalım biliyor musun? Çok ince olsun, iyice gerdirelim balonu (denerler, balon yırtılır, hep birlikte gülerler)*

A_{E4}: *Başka balon ver*

A_{E7}: *Çok az delem bu sefer (iğnenin ucu ısıtılarak delinir)*

A_{K19}: *Oldu işte şimdi*

A_{E4}: *Nasıl oldu? Görmüyor musun diğer tarafa gidiyor. Aşağıya inmemesi lazım.*

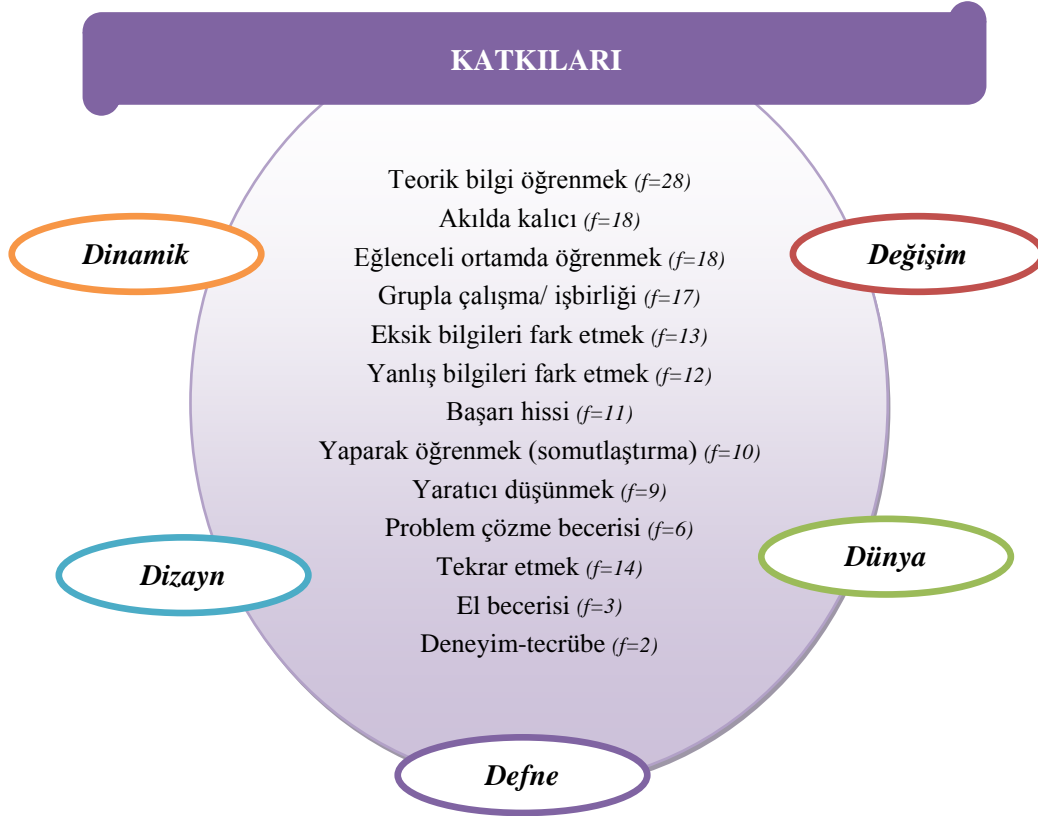
A_{K19}: *Hayır yukarı çıkmaması lazım değil mi? Kapakçıklar öyle çalışmıyor muydu?*

A_{E4}: *Nasıl yani? Kızım tek bir tane yok ki ikisi yukarı ikisi aşağıydı ya*

A_{K19}: *Hepsi aynı değil miydi onların?*

A_{E4}: *Ooo, tabii ki değil.*

Sonuç olarak; Deney 1 grubunda her bir alt grupta yer alan öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D oluşturmalarının katkıları teması içerisindeki kodlar en çok tekrarlanandan en aza doğru Şekil 4.6'daki gibi sıralanmıştır.



Şekil 4.6. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturmanın Katkıları

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi bu süreçte en çok *teorik bilgi öğrenmek* ve *akılda kalıcı* kodları tekrarlanırken; *deneyim-tecrübe* kodunun en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.3. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliği

Deney 1 grubundaki alt grupların yapılandırılmamış 3D modellerin kullanılabilirliği temasına ilişkin belirttikleri düşüncelere yönelik kodlar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.14'de belirtilmiştir.

Tablo 4.14. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar								
		Basit kurulum	Basit malzemeler	Açık/ Anlaşılır	İşlevsel	Kurulumu zor	Laboratuara gerek yok (Her yerde)	Uygun maliyet	Karmaşık/ Çelişkili	Yanlış kavramalara yol açabilir
Dinamik	M1			✓		✓		✓	✓	
	M2	✓	✓	✓	✓		✓			
	M3	✓	✓						✓	✓
	M4	✓			✓		✓			✓
	M5		✓	✓	✓	✓	✓			
	M6	✓	✓		✓		✓	✓		
Dizayn	M1				✓	✓			✓	
	M2		✓	✓						✓
	M3	✓						✓	✓	✓
	M4		✓				✓		✓	✓
	M5								✓	✓
	M6	✓							✓	✓
Defne	M1			✓	✓		✓			
	M2	✓	✓						✓	
	M3		✓	✓						
	M4		✓						✓	✓
	M5			✓	✓	✓				
	M6	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
Dünya	M1	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
	M2	✓	✓	✓	✓		✓	✓		
	M3	✓	✓	✓			✓			
	M4	✓	✓						✓	
	M5		✓	✓			✓			
	M6	✓	✓						✓	
Değişim	M1	✓	✓	✓				✓		
	M2	✓	✓	✓	✓			✓		
	M3	✓		✓	✓	✓			✓	
	M4				✓				✓	✓
	M5					✓			✓	✓
	M6	✓	✓	✓						✓

Tablo 4.14'e bakıldığında Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının kendi seçtikleri malzeme ile oluşturdukları modellerin en çok *basit malzemeler* (f=19) kullanılarak oluşturulduğunu belirtmiş, en az ise *kurulumu zor* (f=6) kodunu seçtikleri görülmektedir. Deney 1 grubunda bulunan alt grupların oluşturdukları her bir modelin kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri, ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiş olup ayrıca buna ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılara da yer verilmiştir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının değerlendirmelerini içeren dokümanlardan da

alıntılara ayrıca yer verilmiştir. Ancak video kayıtlarında bu temaya ilişkilendirilebilecek diyalogların olmamasından dolayı yer verilmemiştir.

“Dinamik” grubunun altı modelin de oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *basit kurulum* (f=4), *basit malzemeler* (f=4), *işlevsel* (f=4) ve *laboratuara gerek yok* (f=4) olurken; en az kurulumu zor (f=2) ve *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=2) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. “Dinamik” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

A_{K1}: 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)

A_{K3}: Bence çok rahatlıkla bu modeli kullanarak ilköğretimde ders anlatılabilir. Çünkü hem basit malzemeler kullandık hem de yapımı kolay. Sonuçta eczane de her yerde vardır (M2/ Basit kurulum & Basit malzemeler)

A_{K5}: Biz iç çapları düşünmemişiz burada. Hani iğne ile deldiğimizde daha yavaş çıkacağını düşündük. O nedenle öyle yaptık. O biraz kafa karıştırabilir, yanlış anlayabilirler yani (M3/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K5}: Böyle yaptığımız için kanın hep ayakta biriktiğini düşünebilirler (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K4}: Şimdi bir de bu modelde toplardamardaki kanın hareketini göstermek için aşağıdaki balonu kasiyoruz ya onu kalp gibi düşünebilirler (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K2}: Sistemi tam anlamı ile anlattığını düşünüyorum. Bunu yaparken diğerlerine kıyasla biraz daha zorlandık ama çok net oldu. Direk bakınca anlaşılabilir ve çalışmasını da rahatlıkla görebiliyoruz bunda (M5/ Kurulumu zor & Açık/ Anlaşılır)

A_{K2}: Aslında diğer gruplara çok benzer oldu bu ama sonuçta ileride kullanılabilir ve diyaframın çalışmasını da gösteriyor (M6/ İşlevsel)

Bununla birlikte, *Model 2*'ye ilişkin *A_{K5}* kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da *basit kurulum*, *basit malzemeler* ve *açık-anlaşılır* kodlarını niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.

Kolay malzeme olduğu için her yerde bulabiliriz. ve gayette bakıldığında anlaşılır. Yapılışında kolaydı.

“Dizayn” grubunun altı modelin de oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=5) olurken; en az *Açık/ Anlaşılır* (f=1) ve *Laboratuara gerek yok* (f=1) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden örnek alıntılar en çok *yanlış*

kavramalara yol açabilir koduna ilişkin ifadeler belirttikleri için öncelikli olarak o koda yönelik olmak üzere aşağıda belirtilmiştir:

A_{K7}: Biraz zorlandık puarla bağlantıları kurarken ir de hani kulakçıkları da ayrıca gösterelim diye balonları da ayrıca kullandık. Ama sonuçta çalışıyor sistemimiz (M1/Kurulumu zor & İşlevsel)

A_{K8}: Hani biz kıskaç filan kullandık, bir sınıf ortamına girince hemen elinin altında olan bir model olmadı illa ki bir düzenek kurmayı gerektiriyor o nedenle zorlayıcı olabilir (M2/ Kurulumu zor)

A_{K9}: Ayrıca toplardamar içinde atar damar için de hani hep hortum kullanıyoruz. Bir modelde atar damarken diğerinde toplardamar olarak kullanmak öğrencilerin kafasını karıştırabilir (M3/ Karmaşık-Çelişkili & Yanlış kavramalara yol açabilir)

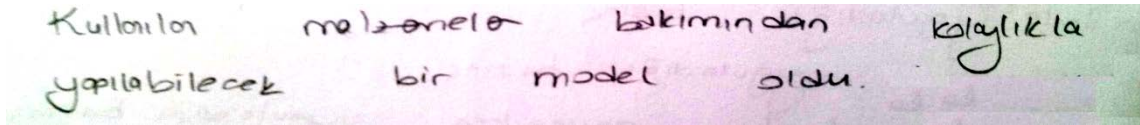
A_{K8}: Mesela biz onu sıkığımız zaman daha fazla küçülüyor ağzı o zaman daha hızlı su gidiyor. Mesela bizim yaptığımız deneyde aslında hani hortuma göre pipetten daha yavaş su aktığını gördük. Orda uzaklığında bir etken olduğunu gördük. Ama yine de biraz karışık (M3/ Karmaşık-Çelişkili & Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K8}: Amacımıza ulaştık fakat hani sistemde kapakçıklar tam kapanmıyor. Bir miktar su aşağıya doğru akıyor o nedenle bu şekilde kullanılırsa öğrenciler yanlış anlayabilir (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K7}: Aslında benzetme açısından dıştan çok zor. Biz anlatmadığımız sürece anlaşılması zor olabilir. Kapakçığın o olduğunu anlayamaz (M5/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K10}: Modelde aslında kasılan yapı olmalı ama yok. Bunda diyaframın kasılıp düzleşmesini göremiyoruz bu karışık gelebilir (M6/ Karmaşık-Çelişkili & Yanlış kavramalara yol açabilir)

Bununla birlikte, “Dizayn” grubundaki *A_{K10}* kodlu öğretmen adayının, *Model 2*'ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında *Basit malzemeler* kodunu niteleyen ifadeler olduğu görülmektedir.



Kullanılan malzemeler bakımından kolaylıkla yapılabilecek bir model oldu.

“Defne” grubunun yapılandırılmamış 3D modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *basit malzemeler* (f=4), *açık/ anlaşılır* (f=4) olurken; en az ve *kurulumu zor* (f=1), *uygun maliyet* (f=1) ve *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=1) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıda belirtilmiştir:

A_{E1}: Tamamen gerçeği yansıtıyor. Hani derse git hemen anlat o kadar net. Yani kolaylıkla anlatılabilir. Gören direk kalbin odacıklarını filan anlayabilir (M1/Açık-anlaşılır & İşlevsel)

A_{K12}: Kullandığımız malzemeler gerçekten rahatlıkla bulunabilir ama yine de hani ilk modelde olduğu gibi direk bakınca anlaşılır değil (M2/ Basit malzemeler & Karmaşık-çelişkili)

A_{K9}: Problemin çözümüne yönelik olmadı bu onun için bu amaçla kullanılamaz fakat pıhtılaşmayı çok rahat göstermek için kullanabiliriz (M3/ Açık-Anlaşılır)

A_{E1}: Şırıngaya burada biz aşağıdan bastırduğumuz için kan yukarı çıktığı için orada bir karışıklık olabilir. Hani kas değil biz bastırıyoruz orada bir sıkıntı olabilir (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

A_{K12}: İlk başta yaptığımız modelin üzerinde eklemeler yaparak oluşturduk bu modeli çünkü bakıldığında direk anlaşılabilir. (M5/ Açık-Anlaşılır)

A_{K13}: Bu son model aslında sıradan ama çok kolay iki dakikada yapılabilir ve öğrenciler de yapabilir bunu. Ayrıca sadece birkaç balon yetiyor o nedenle çok masrafa da gerek yok (M6/ Uygun maliyet & Basit malzemeler & Basit kurulum)

Bununla birlikte, “Defne” grubundaki *A_{E1}* kodlu öğretmen adayının, *Model 5*'ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında *laboratuara gerek yok* koduyla ilişkili ifadeler olduğu görülmektedir.

Handwritten text: "Laboratuvara siz bile deney malzemeleri üretip öğrencilerime gösterebileceğime olan inancım arttı."

“Dünya” grubunun yapılandırılmamış 3D modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin altı model için de hep tekrarladığı ifade *basit malzemeler* (f=6) kullanılarak modellerin oluşturulması olurken; en az *işlevsel* (f=2), *uygun maliyet* (f=2) ve *karmaşık/çelişkili* (f=2) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra *kurulumu zor* ve *yanlış kavramalara yol açabilir* şeklindeki kodlara ilişkin ifadelere görüşme ve dokümanlarda hiç yer vermemişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden örnek alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

A_{K17}: Kullandıklarımız hani balon, pipet gibi kolay bulunan şeyler ve kolaylıkla her yerde yapılabilir bu nedenle kolaylık sağlar (M1/ Basit malzemeler & Laboratuara gerek yok)

A_{K14}: Bu çok güzel oldu bence hem kapakçıkların çalışmasını çok da güzel gösteriyor hem de rahatlıkla yapılabilir, çok sevdim bunu (M2/ Basit kurulum & İşlevsel)

A_{K15}: Sadece iki balon ve iki boru ile oluşturduğumuz için bence her yerde rahatlıkla yapılabilir (M3/ Basit malzemeler & Laboratuara gerek yok)

A_{K17}: Şimdi iskelet kasları filan için içine girince açıkçası biraz tereddüt ettik ondan oluşturduğumuz bu modelde de bence biraz karışıklık var yani direk anlaşılabilir şekilde olmadı (M4/ Karmaşık-çelişkili)

A_{K16}: Daha önceki modellerde söylemiştik hani en olumlu yanı bunu yapmak için laboratuvar gibi özel bir ortama gerek yok. Yapıldıktan sonra hem öğrenciler direk bakınca anlayabilirler kalpten kanın nerden çıktığını nasıl ilerlediğini (M5/ Laboratuara gerek yok & Açık-anlaşılır)

A_{K15}: Mesela pisete diyafram dedik ya hani çocuk bunu algılayamayabilir, dış görünüş açısından hani onu direk diyaframa benzetemeyebilir ve direk anlayamayabilir (M6/ Karmaşık-çelişkili)

“Dünya” grubundaki A_{K14} kodlu öğretmen adayının, Model 5’ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında *basit, açık/anlaşılır, laboratuara gerek yok* kodlarını niteleyen ifadeler içerdiği görülmektedir.

ilk bakışta kolay gibi görülebilir. Ama gayet anlaşılır ve güzeldir. Çünkü iler de atandığımızda eğer bu bir köy okulu olursa bu malzemeleri gayet rahat ve kolay bir şekilde bulabiliriz. ve öğrencilere öğretebiliriz.

“Değişim” grubunun yapılandırılmamış 3D modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *basit kurulum* (f=4) ve *açık/ anlaşılır* (f=4) iken; en az *kurulumu zor* (f=2) ifadesine yönelik görüşlerini bildirmişlerdir. Bunun yanı sıra *laboratuara gerek yok* şeklindeki koda ilişkin ifadelere yer vermemişlerdir. “Değişim” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar şu şekildedir:

A_{E7}: Biz aslında son anda yaptık bunu ve en önemlisi bence sistem düzgün çalışıyor hani kasılmayı sağlamak için de balon kullandık o nedenle de rahatlıkla yapılabilir okullarda da (M1/Basit kurulum & Açık-anlaşılır)

A_{E5}: Bu modeldeki çıkış noktamız bence çok iyi bir de pet şişe, balon ve bir şırınga ile yaptık. Kullanılan malzemelere baktığımızda han özel bir şeye ya da yere gerek yok, her zaman yapabiliriz (M2/ Laboratuara gerek yok & Basit malzemeler)

A_{E4}: Çünkü kullandığımız atar damar kullandığımız şey çok sert olduğu için delemedik o kadar hani hiçbir şey yapamadık. Ancak vida ile deldi Zekeriya. O nedenle yapım aşaması biraz zorladı (M3/ Kurulumu zor)

A_{K19}: Orada bisiklet pistonu kullanmak çok işe yaradı açıkçası onun sayesinde sistem sorunsuz çalışıyor ve çok pratik oldu hep kullanılabilir (M4/ İşlevsel)

A_{E6}: Aslında yapabilseydik çok güzel olacaktı ama bu hali ile ben bile anlayamıyorum. Biz gücü hesaplamamışız yeterli güç sağlanmıyor bobinlerle, farklı şekillerde de sarmayı denedik ama olmadı o nedenle bunun kullanmadım (M5/ Karmaşık)

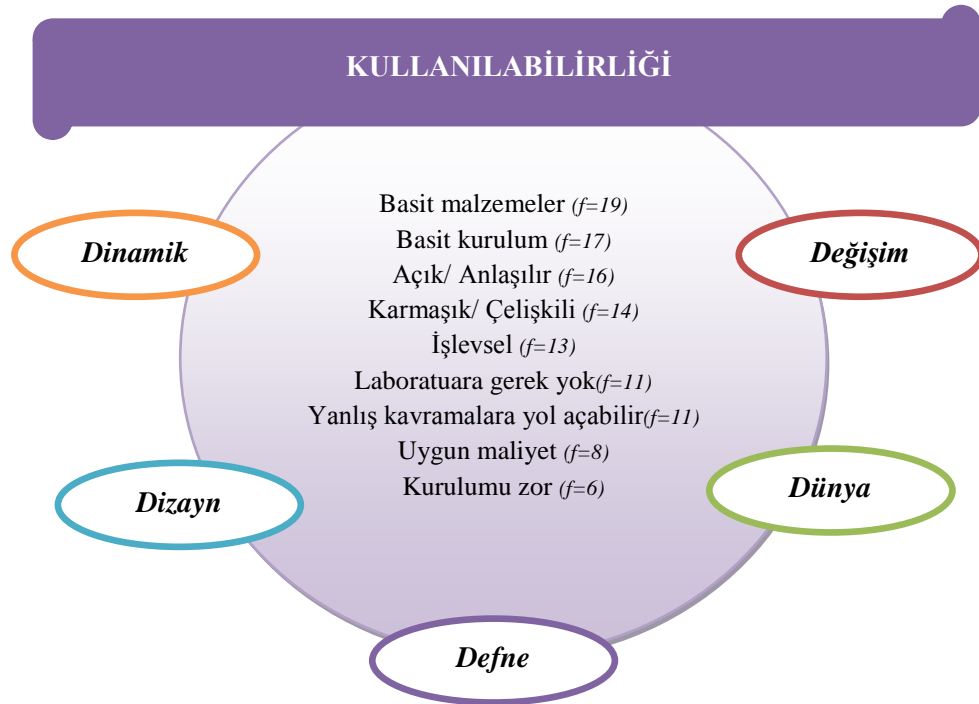
A_{E3}: Sistem olarak çalışıyor. Basit bir sistem herkes tarafından bilinen bir sistem, kolaylıkla yapılabilir (M6/ Açık-anlaşılır & Basit kurulum)

A_{E6} : Bizim sistemimizde önce akciğer bir hareket yapıyor. Diyafram ondan sonra oynuyor. Normalde diyaframın hareketi sonucunda akciğerler hani bir hacim gelişimi olması lazım bizde tam tersi (M6/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

Ayrıca, “Değişim” grubundaki A_{E7} kodlu öğretmen adayının, Model 2’ye ilişkin doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında uygun maliyet ve açık/anlaşılır kodlarıyla ilişkili ifadeler olduğu görülmektedir.

Düzenek üzerine biraz daha çalışarak, ucuz, yaratıcı, anlaşılır bir model ortaya çıkmış dur.

Deney 1 grubunda her bir alt grupta yer alan öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D modellerin kullanılabilirliği temasındaki kodlar en çok tekrarlanandan en aza doğru Şekil 4.7’deki gibi sıralanmıştır.



Şekil 4.7. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Kullanılabilirliği

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi bu süreçte en çok *basit malzemeler*; en az ise *kurulumu zor* kodunun tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.4. Yapılandırılmamış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Deney 1 grubundaki her bir grubun yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine yönelik alternatif fikirleri temasına ilişkin belirttikleri düşüncelere yönelik kodlar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.15’de belirtilmiştir.

Tablo 4.15. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modelin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri

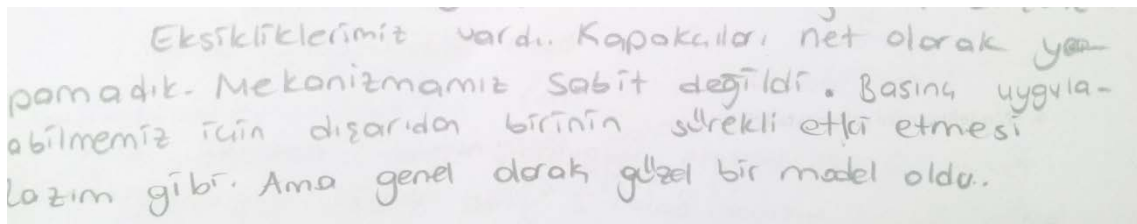
Gruplar	Model No	Kodlar					
		Dış görünüş daha estetik olabilir	Sağlamlaştırılabilir	Daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir	Otomatik olacak şekilde tasarlanabilir	Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir	Farklı malzemeler eklenebilir
Dinamik	M1	√					
	M2	√		√			
	M3			√		√	√
	M4	√	√				
	M5	√			√		
	M6	√				√	
Dizayn	M1	√			√		
	M2		√	√			
	M3		√	√			
	M4			√			
	M5			√			√
	M6	√					
Defne	M1					√	
	M2		√				
	M3		√				
	M4			√			
	M5	√		√			√
	M6						
Dünya	M1	√					
	M2	√	√				
	M3	√					
	M4	√		√			
	M5	√		√			√
	M6			√	√		
Değişim	M1			√			
	M2	√					√
	M3			√		√	
	M4			√	√		√
	M5	√		√			√
	M6		√	√			

Tablo 4.15’e bakıldığında öğretmen adayları oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin en çok *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* (f=16) en az ise *otomatik*

olacak şekilde tasarlanabilir (f=4) ve malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir kodlarını (f=4) ifade ettikleri görülmektedir.

“Dinamik” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *dış görünüşü daha estetik olabilir* (f=5) kodunu tekrarlamışlardır. Yani, *Model 3* hariç oluşturdukları diğer bütün modellerin estetik açıdan daha güzelleştirilebileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Bunun genellikle malzemelerin birleşim noktalarının daha estetik olacak şekilde yapılması ile mümkün olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Ayrıca A_{K3} kodlu öğretmen adayı *Model 2*’ de bağlantı hortumlarının daha kısa olacak şekilde yapılarak, A_{K5} kodlu öğretmen adayı ise *Model 4* de daha küçük huni kullanılarak dış görünüşlerinin güzelleştirilebileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. *Daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* koduna bakıldığında; *Model 2* için bunun serum yerine piset kullanılarak (A_{K3}), *Model 3* için ise balon yerine başka bir malzeme seçilerek yapılabileceği (A_{K2}) yönünde görüş bildirmişlerdir. *Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilmeli* koduna bakıldığında ise *Model 3*’de bunun damarların iç çaplarının malzeme seçiminde göz önünde bulundurulması gerektiği (A_{K5}), *Model 6* da ise aynı tür iki balon seçilerek yapılabileceğini (A_{K2}) belirtmişlerdir.

Ayrıca, “Dinamik” grubundaki A_{K4} kodlu öğretmen adayının *Model 4*’e yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir.



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

“Dizayn” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* (f=4) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. *Model 1*’ e ilişkin A_{K10} kodlu öğretmen adayı “*Daha otomatik bir sistem oluşturabilirdik*” şeklinde bir öneri ileri sürmüştür. A_{K8} kodlu öğretmen adayı ise *Model 2* için “*Aslında farklı malzeme olsun diye musluk sıkma şeylerini düşünmüştük ama içine tıpa ve pipet girince sıkmadı, onlar gibi farklı malzemeler ile oluşturulabilirdi*” şeklindeki ifadesi *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca *Model 3* için A_{K8}

kodlu öğretmen adayının “*Sistemde kapaklar tam çalışmıyor onalar daha sağlam olabilirdi*” ifadesi *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 4* için A_{K10} kodlu öğretmen adayı “*Benzer malzemeler olsaydı, üst ve alt bağlantılar açısından daha anlaşılır, güzel olurdu*” ifadesi *dış görünüş daha estetik olabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 5* için A_{K78} kodlu öğretmen adayının “*Aslında akciğerleri filan gösterebilirdik. Başka malzemeler kullanarak bunu da yapsaydık daha güzel olabilirdi dolaşımı göstermek için.*” ifadesi *farklı malzemeler eklenebilir* kodu için örnek olarak verilebilirken; A_{K7} kodlu öğretmen adayının “*Malzemeler tam otursa çok daha güzel olurdu*” ifadesi *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir.

“Defne” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *sağlamlaştırılabilir* ($f=2$), *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* ($f=2$) ve *malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* ($f=2$) kodlarını tekrarlayan ifadeler öne sürdükleri görülmektedir. Bu grup üyelerinden A_{K13} kodlu öğretmen adayının *Model 1*’e yönelik “*Kalp esnek yapıda olduğu için aslında kasılıp gevşeyerek kanı ileten bir malzeme seçseydik daha iyi olabilirdi. Bunun için hem kasılıp hem de içi gösterecek malzeme gerekiyordu ama onu bulamadığımız için akvaryumdan yaptık.*” ifadesi *malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 2* için A_{E1} kodlu öğretmen adayının “*Ne yaparsak yapalım bir miktar su kenarlardan sızıyor, onu önleyecek şekilde yapılabilir.*” ifadesi *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 5* için ise A_{K12} kodlu öğretmen adayının “*Başka malzemeler kullanarak kapakçıkları da gösterebilirdik*” ifadesi *farklı malzemeler eklenebilir* koduna örnek olarak verilebilirken; “*oksijence zengin ve fakir kan ayrı olarak belli olmuyor bu modelde. Belki onları da ayrıca gösterecek şekilde yapsaydık dıştan bakınca daha güzel olurdu*” şeklindeki ifadesi *dış görünüş daha estetik olabilir* koduna örnek olarak verilebilir.

“Dünya” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *dış görünüş daha estetik olabilir* ($f=5$), kodunu tekrarlayan ifadeler öne sürdükleri görülmektedir. *Model 2* için A_{K16} kodlu öğretmen adayının “*Hani kapakçıkları kullanmak güzeldi ama birleştirirken bira sorun yaşadık. Döndürürken bir miktar su kaçırıyor. Onları tamamen sabitleyebilirsek daha güzel olur.*” ifadesi *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 3* için A_{K18} kodlu öğretmen adayının “*İki ayrı şeymiş gibi duruyor ve bantladığımız yerler*

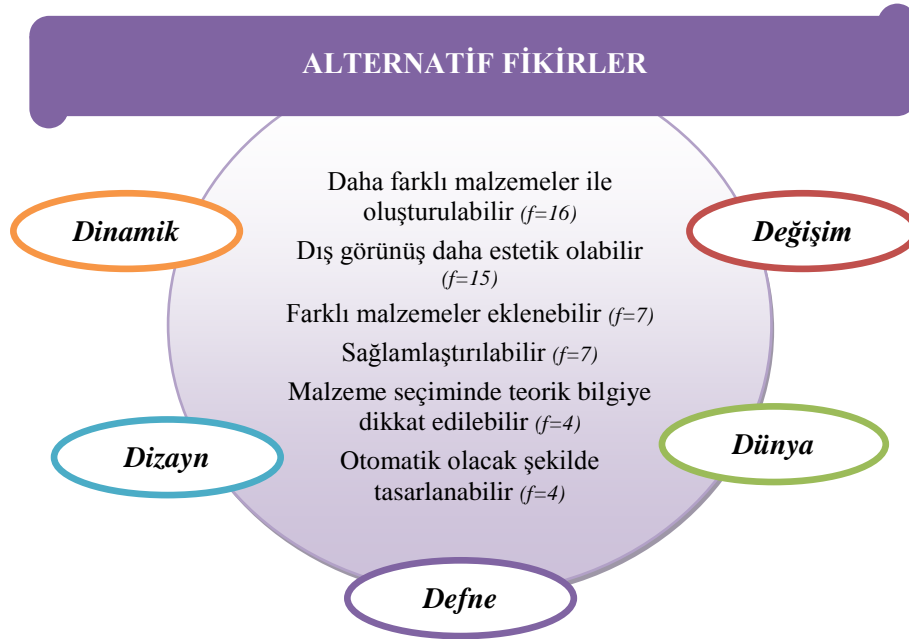
filan güzel gözüküyor.” *dış görünüş daha estetik olabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 5 için A_{K15} kodlu öğretmen adayının “aslında kulakçık karıncık arasındaki kas kitlesi kalpte farklı. Bunu gösteremedik farklı malzemeler ilave edilerek ya da baştan bu göz önüne alınarak yapılabilir.” ifadesi farklı malzemeler eklenebilir ve malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* koduna örnek olarak verilebilir.

“Değişim” grubuna bakıldığında ise bu temaya ilişkin en çok *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir (f=5)* kodunu tekrarlayan ifadeler öne sürdükleri görülmektedir. *Model 1 için A_{E4} kodlu öğretmen adayının “Kullandığımız malzemeler balon filan ama hani belki başka malzemelerle oluştursaydık her zaman kullanabilirdik.” ifadesi daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 3 için A_{E6} kodlu öğretmen adayının “Aslında yüzey alanını daha fazla boru kullanarak artmasını gösterebilirdik böyle hani daha fazla kılcal damar bir atardamardan çıkacak şekilde olabilirdi” ifadesi malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Model 5 için ise A_{E4} kodlu öğretmen adayının “Eksik kısmı bence kılcallardaki dallanma olacaktı. Onu da kılcal için daha küçük hortumlar ilave edilerek daha çok dallanma yapılabilirdik” ifadesi farklı malzemeler eklenebilir* koduna örnek olarak verilebilir.

Ayrıca, “Değişim” grubundaki *A_{K19} kodlu öğretmen adayının Model 2’ ye yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade bu modelin dış görünüşü daha estetik olabilir* koduna örnek olarak verilebilir.

Yaratıcı bir model yaptık. Tek eksikliği görsellik!

Deney 1 grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin nasıl iyileştirilebileceğine ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru Şekil 4.8.’deki gibi sıralanmıştır.



Şekil 4.8. Yapılandırılmamış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Şekil 4.8’de görüldüğü gibi bu süreçte en çok *daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir* kodu tekrarlanırken; *malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* ve *otomatik olacak şekilde tasarlanabilir* kodları en az tekrarlanmıştır.

4.2.1.5. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Özgünlüğü

Deney 1 grubundaki alt grupların yapılandırılmamış 3D modellerin özgünlüğü temasına ilişkin belirttikleri düşüncelere yönelik kodlar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.16’da belirtilmiştir.

Tablo 4.16. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmamış 3D Modelin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar					
		Kısa sürede oluşturmak	Farklı malzemeler kullanmak	Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak	Aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak	Hedefe benzer yapıda/ ilişkendirilebilir malzeme seçmek	Farklı fikirler üretmek
Dinamik	M1	√		√			
	M2	√	√	√		√	
	M3		√				√
	M4		√				
	M5			√			√
	M6				√	√	
Dizayn	M1					√	
	M2	√	√			√	√
	M3	√					
	M4		√				
	M5		√			√	
Defne	M1		√				
	M2		√				
	M3		√				
	M4	√					√
	M5			√		√	
	M6		√				
Diünya	M1					√	
	M2			√		√	√
	M3		√				
	M4	√					√
	M5					√	
	M6		√	√			
Değişim	M1	√					√
	M2		√	√		√	
	M3		√				
	M4		√			√	
	M5		√				

Yapılandırılmamış 3D modellerin özgünlüğü teması altındaki *bir malzemeyi amacının dışında kullanmak* koduna bakıldığında; aslında kullanılan birçok malzeme amacının dışında kullanılarak model oluşturulmasına rağmen bu kod öğretmen adayları tarafından ayrıca örneklendirilerek ifade edildiğinde tabloda işaretlenmiştir. Tablo 4.16’da bakıldığında öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D modellerin oluşturulmasındaki özgünlük temasına ilişkin en çok *farklı malzemeler kullanmak* (f=16) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra *aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak* kodu tek bir grup tarafından ve sadece bir kere ifade edilmiştir.

“Dinamik” grubunun en çok *kısa sürede oluşturmak* (f=3) kodunu yaptıkları modellerin özgünlüğünü vurgulamak için kullandıkları görülmektedir. Dinamik grubundaki

öğretmen adaylarının oluşturdukları altı model içerisinde en çok *Model 6*'da özgünlüğe ilişkin kodları söyledikleri görülmektedir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

A_{K1}: Mesela karıncığın kasılması gerekiyor modelin çalışması için bu nedenle hani bu sefer bir meyve kutusu değil de serum kullandık. Yani benzer yapıda malzeme seçtik (M2/ Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

A_{K3}: Damar yerine pipet kullanmadık bu sefer, daha farklı malzeme seçmeye çalıştık bu nedenle hortum kullandık (M2/ Farklı malzemeler kullanmak)

A_{K5}:Ve aslında çok karmaşık bir yapı kurmadık. Sonuçta bir metal parçasını bükttük ve sıvıyı durdurduk. Hani metal şey basit bir şey sonuçta, serum malzemesiyle birlikte verilmişti başka bir şey için ama sonuçta biz onu suyu engellemesi için orada kullanmayı düşündük, tasarladık. (M2/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak)

A_{K2}: Hiçbir zaman ilk düşündüğümüz şeyi yapmadık Hep farklı bir şeyler ürettik, ekledik çıkardık. Hiç en başta kafamızda olan olmadı. O olmayınca bu, bu olmayınca şu... Fikirler bitmiyor bizde hep bir B planımız var hatta C, D bile var. (M3/ Alternatifler üretmek)

A_{K1}: Sonuçta burada y boruyu kullandık bence o farklıydı. (M3/ Farklı malzemeler kullanmak)

A_{K3}: Bence misket ve huniyi kullanmak yaratıcı idi, öylelikle modeli yapabildik. Orada bilye kapak gibi mesela bırakınca kapanarak su geçmesini engelliyor. (M4/Farklı malzemeler kullanmak & Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

A_{K5}: 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)

A_{K3}: Daha önceki modelde balonu damar olarak kullanmıştık ama burada balonu akciğer olarak kullandık (M6/ Aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak)

A_{K3}: Diyafram olarak balon kullanılabilceğini internette bulduk ama orada serumun ağızlığını ağız gibi kullandık. (M6/ Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

“Dizayn” grubuna bakıldığında ise en çok *farklı malzemeler kullanmak* (f=3) ve *hedefe benzer yapıda ilişkilendirilebilir malzeme seçmek* (f=3) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca oluşturdukları altı model içerisinde en çok *Model 2*'de özgünlüğe ilişkin kodları ifade ettikleri görülürken *Model 6*'da özgünlüğe ilişkin hiçbir kod seçmedikleri görülmektedir. Dizayn grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekildedir.

A_{K8}: *Tabi burada pipetleri renkli kullandık, damarların farklılıklarını gözeterek ya da kulakçığın o yapısını vurgulamak için balon taktık filan hani bunları düşünmek (M1/ Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)*

A_{K9}: *Bence her ne kadar basit gibi olsa da geçen haftaya göre daha iyi oldu çünkü mesela bulaşık deterjanının kapağını kullandık hem farklı hem de kapakçıklar gibi tek yönlü açılıyor. (M2/ Hedefe benzer yapıda- ilişkilendirilebilir malzeme seçmek & Farklı malzemeler kullanmak)*

A_{K8}: *Son dakikada bulaşık deterjanının kapağından kapakçığı oluşturmaya çalıştık o çok iyiydi bence (M2/ Kısa sürede oluşturmak)*

A_{K7}: *Bu sefer çok hoşuma gitti mesela kapakçık için bir milyoncudan kapakçığa benzer o yeşil şeyleri aldık (M5/ Hedefe benzer yapıda- ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)*

A_{K10}: *Bu model de farklı malzeme bulmak için Japon pazarı, bir milyoncu, kartasiye her yere baktık, sonra birden o kutu gibi yeşil şeyleri gördüm bir anda bu farklı geldi (M5/ Farklı malzemeler kullanmak)*

“Defne” grubuna bakıldığında yapılandırılmamış 3D modellerin özgünlüğü teması altında en fazla tekrarlanan kodun *farklı malzemeler kullanmak* (f=4) olduğu görülmektedir. Ayrıca oluşturdukları altı model içerisinde en çok *Model 4* ve *Model 5*'de özgünlüğe ilişkin kodları ifade görülmektedir. “Defne” grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

A_{E1}: *Bence o cam akvaryum çok farklı oldu hem içini görebiliyoruz hem de tahta ile odacık yapınca çok kolaylıkla dışarıdan bakan birisi anlar (M1/ Farklı malzemeler kullanmak)*

A_{K11}: *Çok düşünüyoruz, o kadar çok düşünüyoruz ki bu nedenle işin içinden çıkamıyoruz. İşte bu yüzden de bunu yaparken neredeyse sürenin yarısından fazla düşündük hep farklı şeyler düşündük. Artık son on dakika kala yaptık (M4/ Kısa sürede oluşturmak & Farklı fikirler üretmek)*

A_{K12}: *Aslında bu modelde kullandığımız şeyleri hep okulun karşısındaki petshoptan aldık ve baktığımızda bunlar hep balıkların akvaryumu için kullanılan malzemeler (M5/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak)*

A_{E2}: *Baktığımızda o t boruları birleştirdince aynı o kitaplarda olan genel resim varya dolaşım sistemi ile ilgili, onun gibi oldu oradaki kılcalların dallanması filan (M5/ Hedefe benzer yapıda- ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)*

A_{K11}: *Sonuçta orada t şeklinde boru kullandık onu kullanmak yaratıcıydı bence (M6/ Farklı malzemeler kullanmak)*

“Dünya” grubuna bakıldığında en çok *Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca oluşturdukları altı model içerisinde en çok *Model 2*'de özgünlüğe ilişkin kodları ifade görülmektedir.

“Dünya” grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir.

A_{K16}: Burada bakınca oyun hamuru kutularının kapaklarını kapakçıklar için kullandık bence bu çok yaratıcıydı. Sonuçta oyun hamurlarını belki kullanırız diye almıştık ama onun yerine kutuları kullandık (M2/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak & Hedefe benzer yapıda- ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

A_{K18}: Aslında aklımızda daha farklı şey vardı ama o olmayınca hemen başka bir şey düşündük ve zaman az olduğu için çok kısa sürede değiştirerek yapmak bence büyük başarı (M4/ Kısa sürede oluşturmak & Farklı fikirler üretmek)

A_{K16}: Karıncıkları göstermek için piset kullandık burada, karıncıklar da kasılıyor o da (M5/ Hedefe benzer yapıda- ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

A_{K15}: Daha önceden balonun bu şekilde kullanılacağını bilmiyordum. Birçok amaç için kullanıyoruz burada ama sonuçta balon hani çocuğun eline verirsin oynar filan (M6/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak)

“Değişim” grubuna bakıldığında yapılandırılmamış 3D modellerin özgünlüğü teması altında en fazla tekrarlanan kodun *farklı malzemeler kullanmak* (f=4) olduğu görülmektedir. “Dünya” grubundaki öğretmen adaylarının oluşturdukları altı model içerisinde en çok *Model 2*'de özgünlüğe ilişkin kodları söyledikleri görülürken *Model 6*'da özgünlüğe ilişkin hiçbir kod seçmedikleri görülmektedir. Bu gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıdaki şekilde özetlenmiştir.

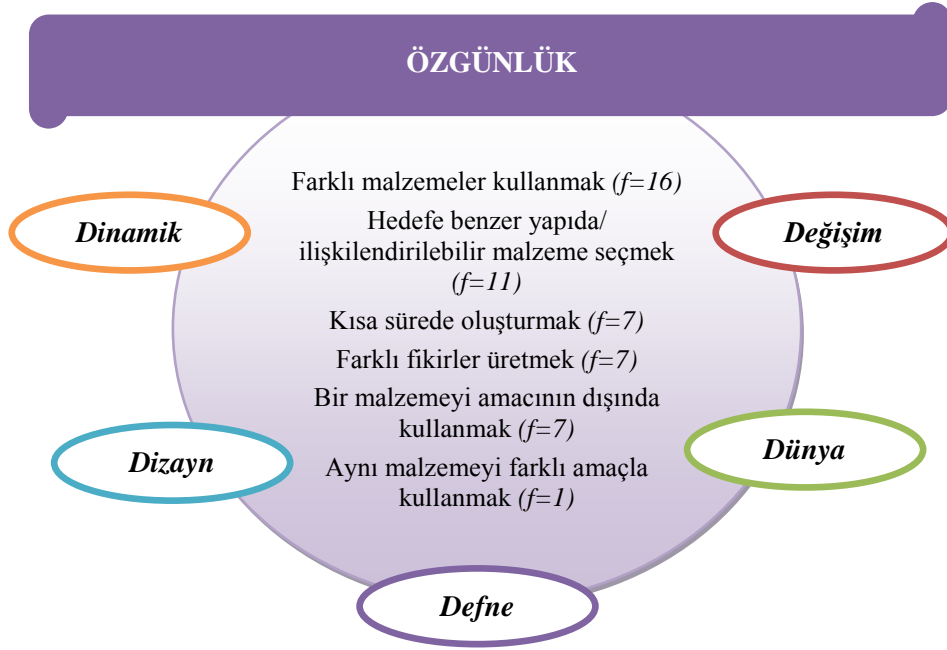
A_{E3}: Kapakçık yapmak için sonuçta pet şişenin kapağını kullandık o iyiydi (M2/ Hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek)

A_{E4}: Balonu mesela bu şekilde kullanmak bence çok yaratıcıydı sonuçta kalp gibi değil de farklı şekilde kullandık (M2/ Bir malzemeyi amacının dışında kullanmak)

A_{E3}: Bu sefer farklı bir şey düşündük ve sırf bunun için bisikletçiye gidip piston aldık hocam, pistonu orada kullanmak yaratıcıydı bence (M4/ Farklı malzemeler kullanmak)

A_{E6}: Aslında bobinleri düşündük farklı mesela ama onun gücünün yetmeyeceğini düşünmedik önceden. Eğer işe yarasaydı çok çok güzel olacaktı (M5/ Farklı malzemeler kullanmak)

Deney 1 grubunda her bir alt grupta yer alan öğretmen adaylarının oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin neden özgün oluşuna ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.9.'daki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.9. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Özgünlüğü

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi bu süreçte en çok *farklı malzemeler kullanmak* kodu tekrarlanırken, *aynı malzemeyi farklı amaçla kullanma* kodu en az tekrarlanmıştır.

4.2.1.6. Yapılandırılmamış 3D Modellerin Değerlendirilmesi

Deney 1 grubundaki alt gruplar tarafından oluşturulan her bir model araştırmacı ve bir uzman tarafından “Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik” ile değerlendirilmiştir. Araştırmacı ve bir diğer uzman tarafından modellere verilen puanlar arasındaki tutarlılık Kendall W ile analiz edilmiştir. (Tablo 4.17).

Tablo 4.17. Yapılandırılmamış 3D Modeller İlişkin Puanlayıcılar Arasındaki Uyumluluk

	Yapılandırılmamış 3D Modeller					Toplam
	Dinamik	Dizayn	Defne	Dünya	Değişim	
U-A	.828*	.828*	.786*	.714*	.667	.772**

U:Uzman; A: Araştırmacı; *: $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlılık; **: $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlılık

Tablo 4.17’ye bakıldığında uzman ve araştırmacının Deney 1 grubundaki alt grupların oluşturdukları modellere ilişkin genel olarak aralarında istatistiksel olarak pozitif yönlü anlamlı bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Alt grup bazındaki uyum incelendiğinde ise “Değişim” grubu hariç diğer bütün alt grupların oluşturdukları modeller için verdikleri

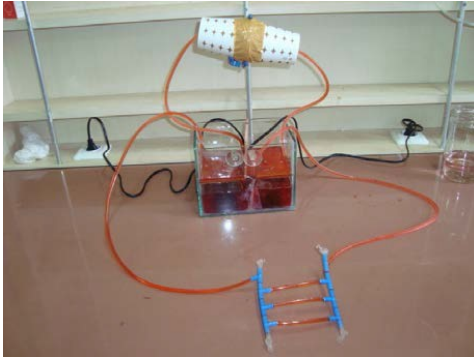
puanlar istatistiksel olarak tutarlıdır. Bu bulgulara göre Deney 1 grubunun oluşturdukları modellerin değerlendirilmesine ilişkin yapılan değerlendirmeciler arası tutarlılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur.

Deney 1 grubunda bulunan alt grupların her bir modele ilişkin, uzman ve araştırmacı tarafından rubrikten aldıkları puan ortalamaları Tablo 4.18’de verilmiştir.

Tablo 4.18. Uzman ve Araştırmacının Modellere İlişkin Verdikleri Puan Ortalamaları

	Dinamik	Dizayn	Defne	Dünya	Değişim
Model 1	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
Model 2	31	36.5	23	29	38.5
Model 3	19.5	29	25	30	38.5
Model 4	29.5	42	25	15	35
Model 5	18	45.5	45.5	31	29.5
Model 6	16	36	36.5	30	35

Tablo 4.18’ e bakıldığında “Dizayn” ve “Değişim” gruplarının genel olarak diğer gruplara oranla daha yüksek puanlar aldıkları görülmektedir. Rubrikten “Dizayn” ve “Defne” grubunun model 5 için 54 puan üzerinden 45.5 puan alarak en yüksek puan aldıkları görülmektedir. “Dünya” grubunun model 4’de 15 puan alarak en düşük puan aldıkları görülmektedir.



a) “Defne” / Model 5



b) “Dünya” / Model 4

Şekil 4.10. Deney 1 Grubundaki En Yüksek (a) ve En Düşük (b) Puan Alan Modellere Örnekler

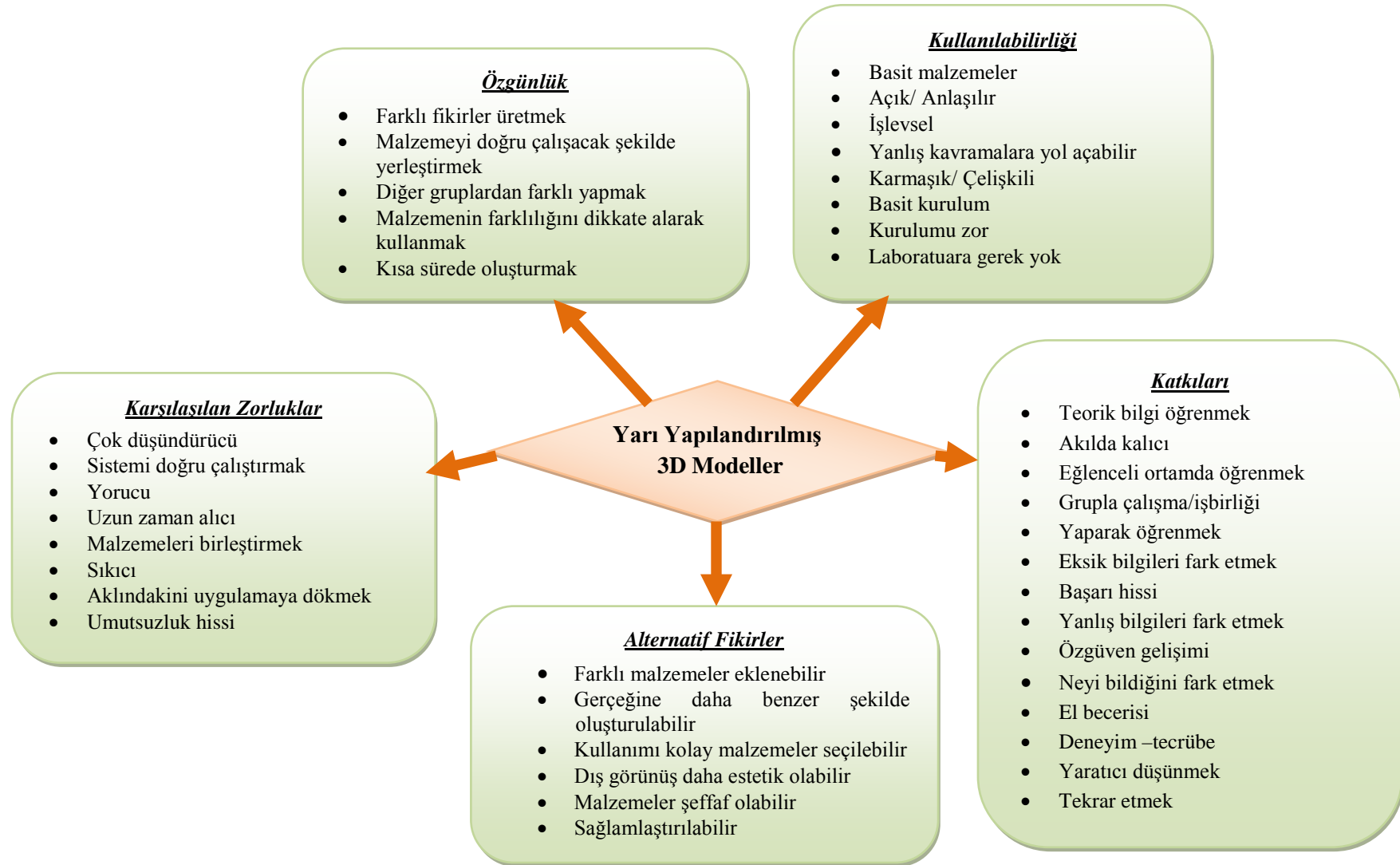
En yüksek puan alan model incelendiğinde öğretmen adaylarının dolaşım sistemini örneklendirmek için dört odacıklı modeli temsilen cam fanusu tahta parçası ile dörde ayırdıkları görülmektedir. Odaçıklardaki kanın devir daimini ise kullandıkları iki adet küçük su motoru ile gerçekleştirmişlerdir. Kılcal damarların gösterimi için y boruları

kullanmakla birlikte akciğerlerin gösterimi için de iki adet karton bardak kullandıkları görülmektedir. Ayrıca kan ile kullandıkları sıvıyı benzeştirmek için vişne suyu kullanmaları da modelin görsel açıdan daha öne çıkarmıştır. Bununla birlikte gruptaki öğretmen adayları dokümanların “giriş” kısmındaki ilgili boşlukları doğru bir şekilde doldurarak problem ve amacı en doğru şekilde belirtmişlerdir.

En düşük alan model incelendiğinde ise toplardamardaki kanın iskelet kaslarının kasılması yardımı ile nasıl kalbe kadar taşındığını anlatmaya çalışan modelin bu problemin çözümüne uzak bir model oluşturdukları görülmektedir. Çalışmaları sonucunda ortaya çıkan modelin özensiz olduğu görülmektedir.

4.2.2. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular

Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D modelleri oluşturmalarına ilişkin ortak görüş ve değerlendirmeleri yapılandırılmamış 3D modellere benzer şekilde “oluşturulmasında karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği”, “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” ve “özgünlüğü” olmak üzere beş tema altında toplanmıştır. Bu temalar ve temaların altında yer alan kodlar Şekil 4.11’de gösterilmekle birlikte, bütün alt grupların bu süreçteki deneyimlerinin ayrıntılı olarak irdelenmesi amacı ile her bir temaya ilişkin veriler ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Ayrıca, her bir modele ilişkin çözümleme yapıldığından, eğer öğretmen adayları oluşturdukları model ile ilgili o temada herhangi bir görüş bildirmediler ise, bu modellere okumayı kolaylaştırmak adına tablolarda yer verilmemiştir.



Şekil 4.11. Yarı-Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri

4.2.1.1. Yarı-Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmada Karşılaşılan Zorluklar

Deney 2 grubunda bulunan bütün alt grupların yarı-yapılandırılmış 3D modelleri oluştururken karşılaştıkları zorluklar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.19’da belirtilmiştir.

Tablo 4.19. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar

Gruplar	Model No	Kodlar							
		Çok düşündürücü	Aklındaki uygulamaya dökmek (tasarım)	Uzun zaman alıcı	Malzemeleri birleştirmek	Yorucu	Sistemi doğru çalıştırmak	Umutsuzluk hissi	Sıkıcı
Eflatun	M2	√			√				
	M3					√	√	√	√
	M4		√		√	√			√
	M6						√		
Ekin	M2			√		√			
	M3	√	√						
	M4	√		√				√	
	M6				√		√		
Eylem	M2	√				√			√
	M3			√		√			√
	M4	√			√	√	√		
	M6						√		
Eser	M2	√					√		
	M3	√				√			
	M4			√		√	√	√	
	M6						√		
Ekvator	M2		√						
	M3	√		√			√		
	M4	√		√					√
	M6				√				

Tablo 4.19’a bakıldığında altı modelin oluşturulması sürecinde toplamda en çok “Eflatun” (f=11) ve “Eylem” (f=11) gruplarının zorluk çektiklerini belirten kodları seçtikleri görülmekte birlikte, en az “Ekvator” (f=8) grubunun bu temadaki kodları seçtikleri görülmektedir. Bunun yanı sıra *Model 1* ve *Model 5*’e ilişkin bu temayla ilişkilendirilebilecek görüş belirtilmediğinden hiçbir grup için tabloda yer verilmemiştir. Bu temadaki kodların seçilme sıklığına bakıldığında en çok *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=9) ve *çok düşündürücü* (f=9); en az ise *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=3) ve *umutsuzluk hissi* (f=3) kodlarını niteleyen ifadeler yer verildiği görülmektedir.

Her bir alt grubun her bir modeli oluştururken yaşadıkları zorluklar aşağıda ayrı ayrı paragraflarda belirtilmiştir. Ayrıca grupların yarı-yapılandırılmamış 3D modellere ilişkin değerlendirmeleri odak grup görüşmeleri, doldurdukları dokümanlar ve video kayıtlarından direk alıntılar verilerek desteklenmiştir. Ancak okumayı kolaylaştırmak adına video ve dokümanlardan elde edilen alıntılardan daha az olacak şekilde örneklendirilmiştir.

“Eflatun” grubundaki öğretmen adaylarının en çok *Model 3* ve *Model 4* numaralı yarı-yapılandırılmamış 3D modelleri yaparken zorluk çektiklerini ifade eden kodları niteleyen görüşleri olduğu görülmekle birlikte, en az *Model 6*'yı yaparken zorlandıkları noktalar olduğu görülmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları süreçte en çok *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=2), *malzemeleri birleştirmek* (f=2), *sıkıcı* (f=2) ve *yorucu* (f=2) kodlarını tekrarladığı; en az ise *aklındakini uygulamaya dökmek* (f=1), *çok düşündürücü* (f=1) ve *umutsuzluk hissi* (f=1) kodlarını tekrarladığı görülmektedir. Bunun yanı sıra süreçte hiç *stres* yaşamadıklarını belirtmeleri önemlidir. Bu temaya ilişkin “Eflatun” grubunda bulunan öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

B_{K4}: Şu şöyleydi bu böyleydi, bilye nereye uyar, o küçük naylon neden var diye kaç dakika düşündük bilmiyorum (M2/ Çok düşündürücü)

B_{K1}: Aortu hepimiz yaptık onda sorun yoktu ama hani hiz ve basınç sanki olmadı. Çünkü atardamar en hızlı diyoruz olmadı bir türlü (M3/ Sistemi doğru çalıştırmak)

B_{K3}: Kırmızı hortumun birini takıyorum diğeri çıkıyor, birbirine takarken zorlandım açıkçası (M4/ Malzemeleri birleştirmek)

B_{K1}: Hep balonu uca yerleştirdik en başta ama öyle olunca pozitif basınçlı soluma oldu. Bizim negatif olması lazım. o açıdan biraz zorlandık nasıl olacak diye (M6/ Sistemi doğru çalıştırmak)

Ayrıca dokümanlar incelendiğinde *B_{K1}* kodlu öğretmen adayının *Model 4*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *aklındakini uygulamaya dökmek* ve *sıkıcı* kodlarına örnek olarak verilebilir.

Bu modelde çok zorlandım ve yıkıldım. Teorik bilgiyi, model içinde uygulayamamak kötüydü.

Bunun dışında *Model 3* için “Eflatun” grubundaki öğretmen adaylarının video kaydındaki aşağıdaki diyalogları *sıkıcı* ve *yorucu* kodlarına örnek olarak verilebilir.

M3 (Video kaydı:33dk 11s)

B_{K1}: Tekrar şu ucu versene onu deneyelim

B_{K3}: Bence hepsini bir kullanalım onların

B_{K4}: Girmez ki hepsi

B_{K1}: Ya olsun bak bir kere

B_{K2}: Offf sen dene yoruldu ben

B_{K1}: Bir saniye, şunu takip bitirelim, yeter artık

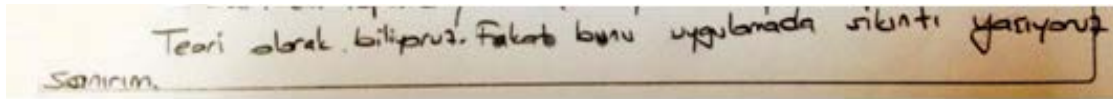
“Ekin” grubuna bakıldığında; en çok *Model 4* (f=3) diğer modellerde ise benzer sıklıkta zorlandıklarını ifade eden kodlara ilişkin görüş belirtmişlerdir. Ayrıca bu grupta en çok, *çok düşündürücü* (f=2) ve *uzun zaman alıcı* (f=2) kodlarını niteleyen ifadeler tekrarlanmakla birlikte; *sıkıcı* koduna ilişkin herhangi bir görüş bildirmemişlerdir. Bunun dışında kalan diğer kodlar ise süreç içerisinde birer kere ifade edilmiştir. “Ekin” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri şu şekildedir:

B_{K6}: O kadar farklı kombinasyonlar denedik ki sanki her şey birbirine uyuyor. Onlarla nasıl yapabiliriz diye uğraşmak çok zamanımızı aldı. (M2/ Uzun zaman alıcı)

B_{E1}: Teorikte biliyorduk ama yaparken zorlandık, işleve dökmek zorladı gerçekten (M3/ Aklındaki uygulamaya dökmek)

B_{K5}: Açıkçası şınganın içerisine yerleştirmek ilk başta aklımıza gelmedi başta dıştan ucuna yerleştirmiştik sonradan yanlış çalışınca içten geçirdik fakat bira zorlandık bunu yaparken (M6/ Malzemeleri birleştirmek)

Öğretmen adaylarından alınan yukarıdaki alıntılarının yanı sıra B_{K5} kodlu öğretmen adayının *Model 3*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *aklındakini uygulamaya dökmek* koduna örnek olarak verilebilir.



Bunun dışında “Ekin” grubunun video kayıtları incelendiğinde *Model 4* için geçen aşağıdaki diyaloglar *uzun zaman alıcı* koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı:23dk 33s)

B_{E1}: Hadi yeter artık kaç saat oldu aynı yerdeyiz

B_{K5}: Ama olmadı sanki daha

B_{K6}: Bence az öncekini tekrar deneyelim

B_{E1}: Ya diğer gruplar nerdeyse bitirdi, hadi karar verip bitirelim

B_{K6}: Tamam sen o zaman şunun (hortumun) ucuna geçir tıpayı

“Eylem” grubunun ise en çok *Model 4* (f=4), en az *Model 6* (f=1)'yü oluştururken zorluk çektiklerini ifade eden kodları ifade ettikleri görülmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adaylarının en çok *yorucu* (f=3); en az ise *uzun zaman alıcı* (f=1) ve

malzemeleri birleştirmek (f=1) kodlarını ifade ettikleri görülmektedir. *Umutsuzluk hissi* kodu ise bu gruptaki öğretmen adayları tarafından hiç belirtilmemiştir. “Eylem” grubundaki öğretmen adaylarının görüşlerine bakıldığında aşağıdaki şekildedir:

B_{K11}: *Çok düşündük, ama bir şey oluşmadı en başta o nedenle denerken yorulduk, sıkıldık açıkçası* (M2/ Yorucu & Sıkıcı & Çok Düşündürücü)

B_{K8}: *Açıkçası bitirelim diye düşündük bir an önce çünkü sıkıldık ve en sona kaldık uğraşırken* (M3/ Uzun zaman alıcı & Sıkıcı)

B_{K11}: *Tıparları sabitlemek ve pompalaması güç, her deneyde insan bu kadar yorulursa ben model yapmaktan soğurum açıkçası* (M4/ Malzemeleri birleştirmek & Yorucu)

B_{K9}: *Kolay gibi gözüküyor ama doğru şekilde nasıl çalıştırılabiliriz diye uğraştık yine de* (M4/ Sistemi doğru çalıştırmak)

Bunun dışında “Eylem” grubunun video kayıtları incelendiğinde Model 4 için geçen aşağıdaki diyaloglar *malzemeleri birleştirmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı: 7dk 5s)

B_{K11}: *Hortum tıpayı uyuyor mu?*

B_{K8}: *Yok ya olmuyor sanki*

B_{K9}: *Ver bir de ben deneyeyim*

B_{K10}: *Şu oldu*

B_{K8}: *Takarken tamam da sıkıya çalışınca çıkıyor*

B_{K11}: *Başka türlü olmaz ki ama böyle deneyelim*

“Eser” grubundaki öğretmen adaylarının en çok *Model 4* (f=4); en az *Model 6* (f=1)’yı yaparken zorlandıkları noktalar olduğu görülmektedir. Ayrıca bu gruptaki öğretmen adayları süreçte en çok *sistemi doğru olarak çalıştırmak* (f=2); en az ise *uzun zaman alıcı* (f=1) ve *umutsuzluk hissi* (f=1) kodlarını tekrarlayan ifadelerde buldukları görülmektedir. Bunun yanı sıra süreçte *aklındakini uygulamaya dökmek*, *malzemeleri birleştirmek* ve *sıkıcı* kodlarını niteleyen herhangi bir görüş belirtmemişlerdir. Bu temaya ilişkin “Eser” grubunda bulunan öğretmen adaylarının ifadeleri şu şekildedir:

B_{K15}: *Gerçekten zihin yorgunluğu insanı bedenen de yoruyor o kadar çok düşündük ki öyle mi yapalım böyle mi yapalım diye yorulduk* (M3/ Çok düşündürücü & Yorucu)

B_{K13}: *Yapıyorsun yapıyorsun hani insan karşılığını da görmek istiyor. O kadar uğraştık sonuçta ortaya güzel bir şey çıkmayınca umutsuz ve yorgun hissediyoruz* (M4/ Umutsuzluk hissi & Yorucu)

B_{E3}: *Balonu doğru yere yerleştirmek zor bence çalışması için* (M6/ Sistemi doğru çalıştırmak)

“Ekvator” grubuna bakıldığında; en çok *Model 3* (f=3) ve *Model 4* (f=3); en az ise *Model 2* (f=1) ve *Model 6* (f=1)’yı yaparken zorlandıklarını ifade eden kodlara ilişkin

görüş belirtmişlerdir. Ayrıca bu grupta en çok, *sistemi doğru çalıştırmak* ($f=2$), *çok düşündürücü* ($f=2$) ve *uzun zaman alıcı* ($f=2$) kodlarını niteleyen ifadeler tekrarlanmakla birlikte; *aklındakini uygulamaya dökmek*, *umutsuzluk* ve *yorucu* kodlarına ilişkin herhangi bir görüş bildirmemişlerdir. *Malzemeleri birleştirmek* ve *sıkıcı* kodlarına ise süreç içerisinde birer kere rastlanmıştır. “Ekvator” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri şu şekildedir:

B_{K17}: *Kapakçıkların kalpteki gibi ikili-üçlü olacak şekilde bu malzemelerle gösterilmesi mümkün değil. Huniyi aort olarak düşününce öyle bir yapı oluşturmak zor. Biz bilye ile ancak bu kadarını yaptık* (M2/ Aklındakini uygulamaya dökmek)

B_{K16}: *Malzeme eksikliğimi vardı bilemiyorum. O kadar çok denedik, düşündük zamanı fark edemedik bile ama bir türlü toparlayamadık* (M3/ Çok düşündürücü & Uzun zaman alıcı)

B_{E3}: *Balonu hani bu sefer dördüncü kez model yapıyoruz ama ilk defa sıkıldım. Bundan önce illa ki çabalayıp yapıyorduk bir şeyler ama bunda malzemeler çekici gelmediği için yaparken de eğlenmedim* (M4/ Sıkıcı)

B_{K10}: *O balonu şırınganın içerisine geçirmek ne kadar zordu, herkes bir posta denedi* (M6/ Malzemeleri birleştirmek)

Deney 2 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturma sürecinde karşılaştıkları zorluklar en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.12.’deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.12. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Zorlukları

Şekil 4.12’de görüldüğü gibi bu süreçte en çok *sistemi doğru çalıştırmak* ve *çok düşündürücü* kodları tekrarlanırken *uzun zaman alıcı* yönündeki kod en az tekrarlanmıştır.

4.2.1.2. Yarı-Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Katkıları

Deney 2 grubundaki alt grupların yarı-yapılandırılmış 3D modelleri oluşturmalarının kendilerine katkısına ilişkin belirttikleri düşüncelere yönelik kodlar altı model için de ayrı ayrı Tablo 4.20’de belirtilmiştir.

Tablo 4.20. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Katkısına İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar														
		Teorik bilgi öğrenmek	Eksik bilgileri fark etmek	Yanlış bilgileri fark etmek	Yaratıcı düşünmek	Yaparak öğrenmek	El becerisi	Grupla çalışma/ işbirliği	Akılda kalıcı	Eğlenceli ortamda öğrenmek	Deneyim -tecrübe	Tekrar etmek	Başarı hissi	Düşünmeyi öğrenmek	Özgüven gelişimi	Neyi bildiğini fark etmek
Eflatun	M1					✓	✓	✓								
	M2							✓	✓			✓		✓		
	M3			✓				✓								
	M4		✓				✓									
	M5			✓		✓				✓		✓			✓	
	M6	✓		✓				✓		✓						
Ekin	M1	✓				✓		✓	✓							
	M2		✓					✓	✓			✓				
	M3					✓		✓							✓	
	M4			✓		✓		✓	✓		✓	✓				
	M5	✓	✓			✓		✓	✓	✓	✓			✓		
	M6	✓	✓													
Eylem	M1	✓	✓			✓		✓		✓		✓				✓
	M2			✓												
	M3			✓												
	M4	✓	✓				✓		✓							✓
	M5	✓						✓		✓		✓				
	M6	✓		✓						✓						
Eser	M1	✓				✓		✓								
	M2		✓							✓			✓			
	M3		✓			✓		✓		✓		✓				
	M4					✓		✓								
	M5	✓						✓	✓	✓		✓		✓		
	M6	✓						✓		✓		✓				
Ekvator	M1	✓			✓			✓	✓	✓		✓		✓		✓
	M2	✓				✓	✓	✓		✓			✓	✓		✓
	M3			✓				✓								✓
	M4		✓				✓	✓								
	M5					✓	✓		✓	✓		✓				
	M6	✓	✓						✓	✓						

Tablo 4.20’ye bakıldığında en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=14), *akılda kalıcı* (f=14) ve *Eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=14) kodlarını niteleyen ifadeler gözlemlenirken; en az

yaratıcı düşünmek (f=1), tekrar etmek (f=1) ve düşünmeyi öğrenmek (f=1) kodları gözlemlenmiştir. Toplamda ise grup bazında “Ekvator” grubu en çok katkı ifade eden kodları seçen grup olurken (f=28), “Eflatun” grubu en az katkı ifade eden kodları seçen grup (f=18) olmuştur. Deney 2 grubunda bulunan alt grupların yarı-yapılandırılmış model oluşturma sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin görüşleri, ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiş olup ayrıca buna ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılara da yer verilmiştir.

“Eflatun” grubunun altı modelin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *yanlış bilgileri fark etmek* (f=3), *akılda kalıcı* (f=3) ve *Eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=3) kodlarını tekrar ettikleri; *yaratıcı düşünmek*, *tekrar etmek* ve *düşünmeyi öğrenmek* kodlarına ise bu süreçte hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında, *Model 5*'in (f=5) en çok; *Model 3* (f=1)'ün ise en az katkı sağladığı görülmektedir. “Eflatun” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K1}: İlk defa böyle bir şey hissediyorum hayatımda, o kadar çok yerli yerine oturdu ki kalple ilgili her şeyi bildiğimi hissediyorum (M2/ Özgüven gelişimi)

B_{K2}: İnsan yanlışını unutmazmış diyoruz ya mesela ben sınavdan çıkınca yaptığım yanlışları unutmuyorum. O nedenle kalıcılık bu şekilde sağlanabilir (M3/ Akılda kalıcı)

B_{K3}: Bu zamana kadar olanların en iyisiydi hani böyle parçaları birleştirirken işte bu atar olalı kalın, bu kılcal olmalı ince diye direk karar verebiliyorum. Neyi ne kadar bildiğimi ya da bilip bilmediğimi görmüş oldum (M5/ Neyi bildiğini fark etmek)

B_{K3}: Hani birçok model yaptık filan ben eğleniyorum aslında hep birlikte bir şeyler yapmaya çalıştığımız için keyif alıyorum (M6/ Eğlenceli)

Benzer şekilde dokümanlar incelendiğinde *B_{K2}* kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *teorik bilgi öğrenmek*, *tekrar* ve *neyi ne kadar bildiğini görmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.

Calıano prensipleri oldu akılda kalıcı duydu.

“Ekin” grubuna bakıldığında yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *yaparak öğrenmek* (f=4) ve *akılda kalıcı* (f=4) kodlarını tekrar ettikleri; en az ise *yanlış bilgileri fark etmek* (f=1), *neyi bildiğini fark etmek* (f=1) ve *özgüven gelişimi* (f=1) koduna ilişkin görüş bildirdikleri görülmektedir.

Bunun dışında *yaratıcı düşünmek, el becerisi, tekrar etmek ve düşünmeyi öğrenmek* kodlarına ise bu süreçte hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında, *Model 5*'in (f=8) en çok; *Model 3* (f=2) ve *Model 6* (f=2)'nın ise en az katkı sağladığı görülmektedir. Gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{E2}: Ezberci eğitim değil, kalıcı öğrenme olur. Bunu yapar bunu görür. Çünkü kendisi yaparak öğrenir. (M1/ Yarak öğrenme & Akılda kalıcı)

B_{E1}: *kendi içimizdeki sistemin nasıl işlediğini görürken kendi eksiklerimizi de görmüş olduk* (M2/ Eksik bilgileri fark etmek)

B_{K5}: *Derste sorunca bile kaç farklı cevap geliyor siz de biliyorsunuz. Onca yıldır görmemize rağmen o kadar farklı cevaplar geliyor. Biz burada yaparken neleri bilip bilmediğimizi görmüş oluyoruz aslında. Bunun da kalıcılığı arttırdığını düşünüyorum* (M3/ Neyi bildiğini görmek & akılda kalıcı)

B_{K6}: *Burada direk yaparken kendi yanırlarımızı gördüğümüz için öğretmen olduğumuzda çok işimize yarayacak. Baktığımızda ÖSYM bile çeldiricileri sıralarken matematiksel işlem hata olasılıklarına göre sıralıyor. Biz de önceden bilgi sahibi olmuş oluyoruz bunları yaparak* (M4/ Deneyim & Yanlış bilgileri fark etmek)

B_{K5}: *Şimdi burada kendimiz yaptığımız için karıştırmıyorum artık hem de ileride öğretmen olunca bunları yaparak tecrübe sahibi oluyoruz* (M5/ Deneyim)

Öğretmen adaylarından alınan yukarıdaki alıntılarının yanı sıra **B_{E1}** kodlu öğretmen adayının *Model 5*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *özgüven gelişimi ve yaparak öğrenmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.

Kavramı somutlaştırarak gelişen bir sistem yaptık Bu da kendine olan güveni artırır

“Eylem” grubunun yarı-yapılandırılmış 3D modellerin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=3) kodunu tekrar ettikleri görülürken; *yaratıcı düşünmek, deneyim, düşünmeyi öğrenmek* ve *özgüven gelişimi* kodlarına ise bu süreçte hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında, *Model 5*'in (f=5) en çok; *Model 3* (f=1)'ün ise en az katkı sağladığı görülmektedir. “Eylem” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K10}: *Hep birlikte grupça çalışıyoruz ve böylelikle birbirimizden de öğreniyoruz aslında* (M1/ Teorik bilgi öğrenmek & Grupça işbirliği)

B_{K8}: Ben kapakçıkların hepsinin aynı yöne açıldığını zannediyordum meğerse öyle değilmiş (M2/ Yanlış bilgileri fark etmek)

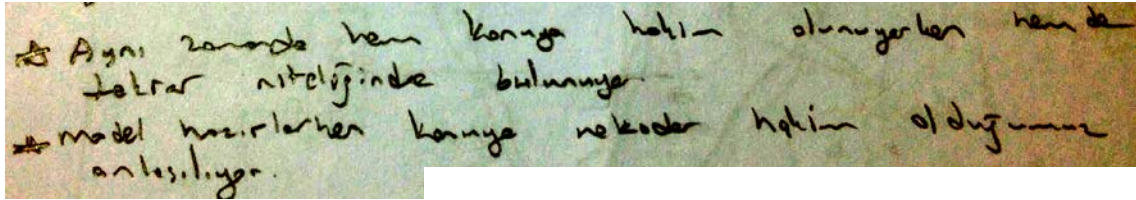
B_{K10}: Çap ve basınç konusunda çok yanlış düşünüyormuşuz meğerse bunu gördüm (M3/ Yanlış bilgileri fark etmek)

B_{K7}: Sonuçta biz uğraşarak ortaya bir şeyler çıkartıyoruz. Emek var sonuçta. Bu nedenle keyifli geliyor bana (M5/ Eğlenceli ortamda öğrenmek)

B_{K8}: Bir önceki modelde ölü gibiydik. Bunda ise çok eğlendik. Başardığımızı hissettik (M5/ Başarı hissi & Eğlenceli ortamda öğrenmek)

B_{K8}: Bizim pozitif basınçlı solunum yaptığımızı düşünüyordum açıkçası (M6/ Yanlış bilgileri fark etmek)

Ayrıca dokümanlar incelendiğinde B_{K9} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *teorik bilgi öğrenmek, tekrar ve neyi ne kadar bildiğini görmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.



Bunun dışında “Eylem” grubunun video kayıtları incelendiğinde Model 5 için geçen aşağıdaki diyaloglar *grupça işbirliği* koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı: 14dk 3s)

B_{K7}: İçinde hava kaldı sanki biraz

B_{K10}: Puarı biraz sık birleştirmeden, hava çıksın

B_{K7}: Oldu sanki, birleştirelim şimdi

B_{K9}: Dikkat et su kaçmasın

B_{K8}: Şuraya (puar) bastır

B_{K10}: Tamam, deniyorum bakın

B_{K17}: Vay ne kadar güzel gidiyor

B_{K10}: Şunları (siboplar) gördün mü?

B_{K8}: Hayır

B_{K10}: Bak oraya dikkat edin

B_{K8}: Yaa süper bir şey bu, demek bu şekilde imiş tek yönlü şey

“Eser” grubuna bakıldığında yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=3), *yaparak öğrenmek* (f=3) ve *akılda kalıcı* (f=3); en az ise *özgüven gelişimi* kodlarına ilişkin görüş bildirdikleri görülmektedir. Bunun dışında *yanlış bilgileri fark etmek, yaratıcı düşünmek, el becerisi, tekrar etmek, düşünmeyi öğrenmek ve neyi bildiğini fark etmek* kodlarına ise bu süreçte hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında, *Model 5*'in (f=5) en çok;

Model 4 (f=2)'ün ise en az katkı sağladığı görülmektedir. Gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K15}: Nasıl çalıştığını kendi gözlerimizle gördük, bu kitapta okumaktan ya da derste dinlemekten daha kalıcı bence (M1/ Akılda kalıcı)

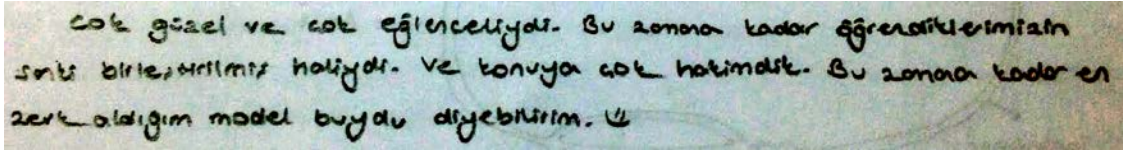
B_{K12}: Temel olarak bakınca isteyince yapabiliyormuşuz bunu gördüm bugün (M2/ Başarı hissi)

B_{K12}:Yaparken çapı küçük olandan hızlı gitti ama atardamardan daha hızlı olmalı diye biliyoruz biz. Orada kılcaldaki yüzey alanının önemini hiç düşünmemiştim ben (M3/ Eksik bilgileri fark etmek)

B_{K14}: Sistem o kadar güzel işliyor ki şu an buradayken bile hala aklımda ve unutacağımı da düşünmüyorum (M5/ Akılda kalıcı)

B_{E3}: Şu pozitif negatif çözümünün nasıl olduğunu aslında burada anladım derste nasıl olduğunu pek anlamamıştım (M6/ Teorik bilgi öğrenmek)

Öğretmen adaylarından alınan yukarıdaki alıntılarının yanı sıra B_{K13} kodlu öğretmen adayının Model 5'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *Eğlenceli ortamda öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir.



Bunun dışında “Eser” grubunun video kayıtları incelendiğinde Model 2 için geçen aşağıdaki diyaloglar *eksik bilgileri fark etmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı: 4dk 53s)

B_{K15}: Kapakçık için huniyi mi kullansak?

B_{K12}: Şimdi bunda amacımız(sıvının) tek yönlü gitmesi değil mi?

B_{K14}: Evet sadece aşağı doğru açılacak

B_{K12}: Tamam o zaman huniyi deneyebiliriz

B_{K14}: Ama damar çıkışlarında da vardı

B_{E3}: Hayır ya karıştırma, sadece kulakçık-karıncık arasında yok muydu?

B_{K14}: Saçmalama, hani hatta video da da vardı

B_{E3}: Ee o zaman ikisini gösterebilir miyiz? Nasıl?

“Ekvator” grubunun yarı-yapılandırılmış 3D modellerin oluşturulması sürecinin kendilerine kattıklarına ilişkin en çok *grupa çalışma* (f=4) ve *Eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=4) kodlarını tekrar ettikleri görülürken; *Deneyim ve tekrar etmek* kodlarına ise bu süreçte hiç değinmedikleri görülmektedir. Hangi modelin bu süreçte daha fazla katkı sağladığına ilişkin görüşlerine bakıldığında, Model 5'in (f=5) en çok; Model 3 (f=1)'ün ise en az katkı sağladığı görülmektedir. “Eylem” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K16}: *Kendimi çok önemsedim. Kendime güvenim geldi. İlla da bir şeylerin hazır olarak verilmesine gerek yokmuş. Biz de yapabiliyormuşuz* (M1/ Özgüven gelişimi & Başarı hissi)

B_{K17}: *Gerçekten yaratıcı düşünebiliyormuşuz bunu gördüm* (M1/ Yaratıcı düşünmek)

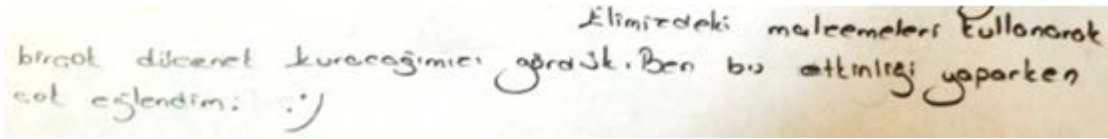
B_{K18}: *İlkokuldan beri biz hep ezberleyerek geldik ama şimdi kendim düşünüyorum. Bu nedenle düşünmeyi öğrendim diyebilirim* (M2/ Düşünmeyi öğrenmek)

B_{K18}: *Kalp konusuna başladığımızdan beri modellerle konuyu daha iyi oturdu. Mesela video da izledik ama video da mış gibi oldu. Yani sadece izledik. Bunda ise biz birebir kendimiz yaptık* (M2/ Teorik bilgi öğrenmek & Yaparak öğrenmek)

B_{K17}: *Hani bir şeyi düşünüp onu uygulamaya dönebiliyorum bu yönden bakınca el becerisi kattığımı düşünüyorum* (M4/ El becerisi)

B_{K16}: *Kendi diyaframımı öğrendim burada hem o ağızdan alınca burundan alınca o farkı bilmiyordum. Onu görmüş oldum* (M6/ Teorik bilgi öğrenmek & Eksik bilgileri fark etmek)

Ayrıca öğretmen adaylarından alınan yukarıdaki alıntılarının yanı sıra B_{K18} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *eğlenceli ortamda öğrenmek ve yaratıcı düşünmek* kodlarına örnek olarak verilebilir.



Bunun dışında “Ekvator” grubunun video kayıtları incelendiğinde Model 1 için geçen aşağıdaki diyaloglar *eğlenceli ortamda öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir.

M4 (Video kaydı: 10dk 53s)

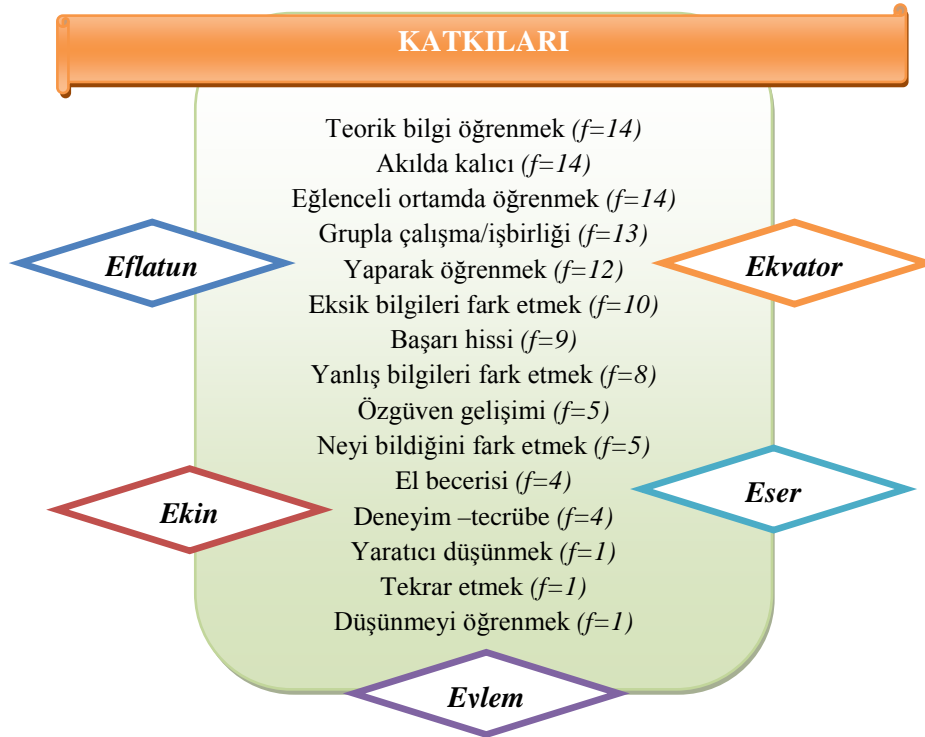
B_{K17}: *Haa gördün mü? Bak bak*

B_{K18}: *Ne, ne oldu?*

B_{K17}: *Şuradan bastır bak*

B_{K18}: *Ayy..(su fişkırtı ve gülererek) yaa ıslandım ama (hep birlikte güldüler)*

Deney 2 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturma sürecinin katkılarına ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.13'deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.13. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Katkıları

Şekil 4.13’de görüldüğü gibi bu süreçte *teorik bilgi öğrenmek*, *akılda kalıcı* ve *eğlenceli ortamda öğrenmek* kodlarının en fazla tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.3. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliği

Deney 2 grubundaki öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliği başlıklı tema içerisinde yer alan kodlara ilişkin görüşleri her bir model için Tablo 4.21’de belirtilmiştir.

Tablo 4.21. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar							
		Basit kurulum	Basit malzemeler	Açık/ Anlaşılır	İşlevsel	Kurulumu zor	Laboratuara gerek yok (Her yerde)	Karmaşık/ Çelişkili	Yanlış kavramlara yol açabilir
Eflaton	M1	√	√	√					
	M2		√		√				
	M3							√	√
	M4					√		√	√
	M5	√		√	√				
	M6		√	√	√				
Ekin	M1	√	√						
	M2								√
	M3		√	√		√			
	M4					√		√	√
	M5	√		√	√		√		√
	M6		√	√	√				√
Eylem	M1	√	√	√	√				
	M2					√		√	√
	M3							√	
	M4					√		√	
	M5	√		√	√		√		
	M6		√	√	√				
Eser	M1	√	√	√			√		
	M2		√				√	√	√
	M3		√					√	√
	M4							√	√
	M5	√	√	√	√				
	M6		√	√	√				
Ekvator	M1		√	√	√				
	M2		√	√			√		
	M3		√					√	√
	M4					√		√	√
	M5	√		√	√		√		
	M6	√	√	√	√				

Tablo 4.21'e bakıldığında gruplardaki öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D modellerin kullanımı ile ilgili en çok *basit malzemeler* (f=17); en az *kurulumu zor* (f=6) ve *laboratuara gerek yok* (f=6) kodlarını niteleyen ifadeler kullandıkları görülmektedir. Deney 2 grubunda bulunan alt grupların oluşturdukları her bir modelin kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri, ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiş olup ayrıca buna ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılara da yer verilmiştir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının değerlendirmelerini içeren dokümanlardan da alıntılara ayrıca yer verilmiştir. Ancak, Deney 1 grubundakiler benzer şekilde video

kayıtlarında bu temayla ilişkilendirilebilecek diyalogların olmamasından dolayı yer verilmemiştir.

“Eflatun” grubunun modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *basit malzemeler* (f=3), *açık/anlaşılır* (f=3) ve *işlevsel* (f=3) olurken; en az *kurulumu zor* (f=2) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra *laboratuara gerek yok* kodu hiç ifade edilmemiştir. Bu grupta bulunan öğretmen adaylarının yarı-yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliği temasına ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K4}: Basit sonuçta ama kanın nasıl yukarı çıktığı çok net bir şekilde gösterilebiliyor bu modelle (M1/ Açık-anlaşılır)

B₂: Bizim yaptığımız modelle teorik bilgi çelişiyor aslında nasıl doğru yapabiliriz diye de düşündük ama kafamız karıştı biraz (M3/ Karmaşık-çelişkili)

B_{K1}: Aortik kapakçığı da bunu da aynı şey ile gösterdik ama çalışma sistemi farklı sonuçta. İkisini aynı malzeme ile göstermek yanlış anlaşılmaya sebep olabilir (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{K2}: Baktığımızda bir puar birkaç hortum, balon filan var ama hem kolaylıkla yapılabilir hem de çalışma sistemi çok rahatlıkla görülebiliyor. Bu çok güzel bence (M5/ Basit malzemeler & Basit kurulum & Açık-anlaşılır)

Bunun yanı sıra B_{K4} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu modelin *basit malzemeler* koduna örnek olarak verilebilir.

Basit bir model dusturduk. Daha önceden öğrendiğimiz bir olayı basit malzemelerle tasarladığımız üzere nette gösterdik.

“Ekin” grubunun yarı yapılandırılmış 3D modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=4); en az *işlevsel* (f=1), *laboratuara gerek yok* (f=1) ve *karmaşık/çelişkili* (f=1) kodlarını niteleyecek ifadeler belirtmişlerdir. “Ekin” grubunda bulunan öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K5}: Bu modelde bir bütün olarak ele aldık ve işlevi, çalışması açısından da çok güzel bir model. (M1/ İşlevsel)

B_{E2}: Biz şimdi bilyeyi kapakçık olarak simgeledik ama burada bilye önce yukarı çıkıyor sonra aşağı doğru inerken bir miktar su kaçırıyor. Vücutta da öyle olduğu düşünülebilir bununla (M2/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{E1}: biraz daha fazla basınç yapınca bilye daha yükseğe çıkıyor. Öğrenciler hani basınç değişikliğinde mesela daha çıkınca da öyle mi oluyor yoksa deniz dibine

inince öyle mi oluyor diye düşünebilir. Hâlbuki vücutta kapakçık sabit (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{K6}: Puara baktığımızda bir giriş bir de çıkışı var tek bir şey yani. Bakınca da kulakçık karıncık ayırımı olmadığı için sanki aynı yerden çıkıp aynı yere giriyormuş gibi gözüküyor (M5/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{K5}: Direk kalpten atar damara oradan kılcalı ve son olarak toplardamardan kalbe gelişi çok net, açık bir şekilde gözlemlenebiliyor (M5/ Açık-anlaşılır)

B_{K5}: Bir balon bir şırınga ile bunu gösterebilmek çok güzel bence, her yerden bulunabilecek basit şeyler (M6/ Basit malzemeler)

“Eylem” grubunun modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *açık/anlaşılır* (f=3), *işlevsel* (f=3) ve *karmaşık/çelişkili* (f=3) olurken; en az *laboratuara gerek yok* (f=1) ve *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=1) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. “Eylem” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K11}: Hem basit malzemelerle yapılan bir model hem de çok rahatlıkla anlaşılabilir. Bu nedenle kullanılabilir bence. Çalışabilir ve devamlılığı olan bir model olduğu için mutluyuz açıkçası (M1/ Basit malzemeler & İşlevsel)

B_{K8}: Normalde kalp kasılıp gevşiyor bunda ise kapakçık olarak kullandığımız şeyi kısıyoruz. Gerçekte de öyle olduğu düşünülebilir (M3/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{K9}: Bilinçli olarak yapmadık biz bu modeli ne yapacağımızı bilemedik, düşünemedik. Kurduk ama ne yapacağımızı bilemedik. Biz baya bir karıştırdık bu modelde hız ve basıncı (M3/ Karmaşık-çelişkili)

B_{K10}: Hiçbir kavramı açıklamak için kullanılamaz bence ki biz bile anlamadık kafamızda bir sürü soru işareti oluştu (M4/ Karmaşık-çelişkili)

B_{K8}: Her şey belliydi açık olarak. Ne nereden geliyor ne ile nereye gidiyor dışarıdan bakan birisi çok rahatlıkla anlayabilir (M5/ Açık-anlaşılır)

B_{K7}: Basit ve devamlılığı olduğu için rahatlıkla kullanılabileceğini düşünüyorum (M6/ İşlevsel)

“Eser” grubunun yarı yapılandırılmış 3D modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok *basit malzemeler* (f=5); en az *basit kurulum* (f=2), *işlevsel* (f=2) ve *laboratuara gerek yok* (f=2) kodlarını niteleyecek ifadeler belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra *kurulumu zor* kodu hiç ifade edilmemiştir. “Eser” grubunda bulunan öğretmen adaylarının görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

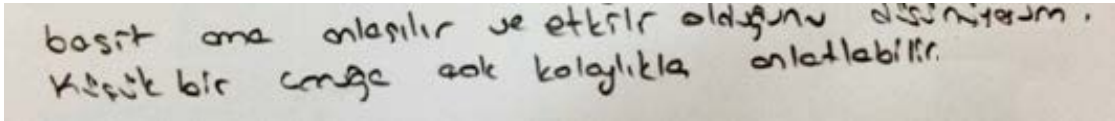
B_{K14}: Bir de laboratuvar hani her okulda var mıdır? Mesela imkânlar elveremeyebilir bu basit malzemelerle yapılabilir (M1/ Basit malzemeler & Laboratuara gerek yok)

B_{K13}: Bu modelde bakınca kapakçığın kapakçık olduğunu hemen anlamayabilir. Bir de normalde kanın geri gelmemesi lazım burada bir miktar kanı geri çekiyor (M2/ Karmaşık-çelişkili & Yanlış kavramalara yol açabilir)

B_{K12}: *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)*

B_{K7}: *Hepsini kolaylıkla yerli yerine koyabildik ve sistem tam olarak çalışıyor. Bu nedenle rahatlıkla anlaşılabilir (M5/ İşlevsel & Basit kurulum & Açık-anlaşılır)*

Ayrıca B_{K12} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik aşağıdaki ifadesi bu temaya ilişkin *açık-anlaşılır* koduna örnek olarak verilebilir.



“Ekvator” grubunun modellerin oluşturulması sürecinde bu temaya ilişkin en çok tekrarladığı ifadeler *basit malzemeler* (f=4) ve *açık/anlaşılır* (f=4) olurken; en az *kurulumu zor* (f=1) kodlarını niteleyen ifadeler belirtmişlerdir. “Ekvator” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşlerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

B_{K17}: *Aslında bununla ilgili deneyde yaptık kalbi inceledik fakat deneyde kanın nereden gelip nereye gittiği görülüyor. Bunda ise çok rahatlıkla görüyoruz (M1/ Açık-anlaşılır)*

B_{K18}: *Her yerde rahatlıkla yapılabilir (M2/ Basit kurulum & laboratuara gerek yok)*

B_{K18}: *Sadece hangisi atardamar hangisi kılcal damar o anlaşılabilir. Çünkü ben bile anlayamadım. O basıncı ayarlayamadım (M3/ Karmaşık-çelişkili)*

B_{K16}: *Şimdi öğrenciye bak evladım bu bilye aslında kapakçık dediğimizde öğrenci de o zaman vücudumuzda bilyeler varmış hadi çıkartıp oynayalım hehehe diyebilir (M4/ Karmaşık-çelişkili & yanlış kavramalara yol açabilir)*

B_{K17}: *Tam bir mekanizmaydı benim için, bakıldığında rahatlıkla anlaşılabilen bütün her şey çok net. Ve kullandığımız malzemeler siboplar hariç rahatlıkla her yerde yapılabilir (M5/ Açık-anlaşılır & Basit kurulum & Laboratuara gerek yok)*

Deney 2 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yarı-yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.14'deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.14. Yarı-yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Kullanılabilirliği

Şekil 4.14’de görüldüğü gibi basit malzemeler kodunun en fazla, kurulumu zor ve laboratuara gerek yok kodlarının ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.4. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının oluşturdukları her bir yarı-yapılandırılmış 3D modelin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirleri Tablo 4.22’de belirtilmiştir. Burada her bir kod için örnek verildiği ya da nasıl yapılacağı belirtildiği takdirde ilgili kod için işaretleme yapılmıştır.

Tablo 4.22. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri

Gruplar	Model No	Kodlar					
		Dış görünüş daha estetik olabilir	Sağlamlaştırılabilir	Malzemeler şeffaf olabilir	Kullanımı kolay malzemeler seçilebilir	Gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir	Farklı malzemeler eklenebilir
Eflatun	M2			√			√
	M3						√
	M4			√			√
	M5			√			√
	M6					√	
	Ekin	M2					√
M4			√				√
M5						√	
M6							√
Eylem	M1	√					
	M2		√				√
	M3						√
	M4				√		
	M5						√
	M6					√	
Eser	M2	√				√	
	M3	√			√	√	
	M4					√	√
	M6				√		
Ekvator	M2					√	
	M3						√

Tablo 4.22’ye bakıldığında yarı-yapılandırılmış modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasında öğretmen adaylarının en çok *farklı malzemeler eklenebilir* (f=11); en az ise *sağlamlaştırılabilir* (f=2) kodunu niteleyecek şekilde görüş bildirdikleri görülmektedir. Her bir grubun yarı-yapılandırılmış modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirleri ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiştir.

“Eflatun” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *farklı malzemeler eklenebilir* (f=4) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Grup üyelerinden B_{K3} kodlu öğretmen adayının *Model 2*’ye yönelik “*Kanın geçişinin gözükmesi için kullanılan balon şeffaf olabilir*” ifadesi; B_{K1} kodlu öğretmen adayının *Model 4*’e yönelik “*Kullanılan hortumlar kırmızı, kan da kırmızı, bu nedenle gözükmesi zor onun yerine şeffaf hortum kullanılabilir*” ifadesi ve B_{K2} kodlu öğretmen adayının *Model 5*’e yönelik “*Kalp olarak kullandığımız*

puarın içini göremiyoruz. Puar şeffaf olabilirdi” ifadesi *malzemeler şeffaf olabilir* koduna örnek olarak verilebilir. *Farklı malzemeler eklenebilir* kodu için ise B_{K2} kodlu öğretmen adayı Model 2 için “*Biz sol taraftakini gösteriyoruz. Daha başka malzemeler ilave edilerek sağ taraftaki kapakçıklar da gösterilebilir*” ifadesi ise farklı malzemeler eklenebilir koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca *gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir* koduna ise B_{K1} kodlu öğretmen adayının “*Burada diyaframın hareketini görüyoruz evet eme kaburgaların hareketi, inip kalkması gözüküyor. O da olabilir*” şeklindeki ifadesi örnek olarak verilebilir.

“Ekin” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *farklı malzemeler eklenebilir* (f=2) ve *gerçeğine benzer şekilde oluşturulabilir* (f=2) kodlarını tekrarlayan ifadeler öne sürdükleri görülmektedir. Model 2’ye ilişkin B_{K5} kodlu öğretmen adayının “*Beher yerine pet şişe de kullanabilirdik, hem o sıkılabilir*” ifadesi; Model 5 için ise B_{E1} kodlu öğretmen adayının “*Puar değil de yapı olarak kalbe daha çok benzeyen bir şey kullanılarak yapılabilir*” şeklindeki ifadesi *gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir. Model 4 için ise B_{E1} kodlu öğretmen adayının “*Hortumlar yerinden oynayabiliyor böyle vidalı gibi bir sistem oluşturulabilir daha farklı malzemelerle böylelikle daha stabil olmuş olur sistemimiz*” hem *farklı malzemeler eklenebilir* ve hem de *sağlamlaştırılabilir* koduna örnek olarak verilebilir. Model 6 için bakıldığında ise “*Göğüs kafesinin şişmesi de farklı malzemeler ilave edilerek gösterilebilir*” şeklindeki B_{K5} kodlu öğretmen adayının ifadesi *farklı malzemeler eklenebilir* kodunun işaretlenmesine örnektir.

“Eylem” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *farklı malzemeler eklenebilir* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Grup üyelerinden B_{K8} kodlu öğretmen adayının Model 2’ye yönelik “*Deneyde gördüğümüz kapakçıkların açılıp kapanmasını sağlayan liflerle de eklenebilir*” ifadesi; B_{K10} kodlu öğretmen adayının Model 3’e yönelik “*Kılcallardaki dallanmalar da eklenerek tüm yapı gösterilebilir*” ifadesi ve B_{K7} kodlu öğretmen adayının Model 5’e yönelik “*İki puar kullanılarak kulakçık ve karıncık vurgulanabilir*” ifadesi *farklı malzemeler eklenebilir* koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca Model 4’e ilişkin B_{K9} kodlu öğretmen adayının “*Hortumları sıkılamak güç*

gerektiriyor onun yerine daha kolay sıkılan malzemeler eklenebilir” kodu *kullanımı kolay malzemeler seçilebilir* koduna örnek olarak verilebilir.

“Eser” grubunun oluşturdukları yapılandırılmamış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin en çok *gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Grup üyelerinden B_{K14} kodlu öğretmen adayının *Model 2*'ye yönelik “*Bakınca direk anlaşılacak şekilde mesela hani videodaki gibi daha kapakçık gibi yapılabilir*” ifadesi *gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir. Model 3 için B_{K13} kodlu öğretmen adayının “*Puarı pompalamak zor onun yerine daha kolay sıkılabilen bir şey kullanılabilir hani bisiklet pompalarında olan gibi ya da hani steteskobun pompası gibi*” şeklindeki ifadesi *kullanımı kolay malzemeler seçilebilir* koduna örnek olarak verilebilir. Model 4 için ise B_{E3} kodlu öğretmen adayının “*Ne kadar hani hızlı yapsak da bilye yerine gelene kadar bir miktar su kaçıyor. Ama kalbimizde öyle değil. Bunu gösterecek şekilde yapılabilir*” ifadesi de yine *gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir.

“Ekvator” grubuna baktığımızda ise yarı-yapılandırılmış 3D modellerin iyileştirilmesine yönelik sadece *Model 2* için *gerçeğine benzer şekilde oluşturulabilir* ve *Model 3* için *farklı malzemeler eklenebilir* koduna yönelik görüş belirtmişlerdir. Bunlara örnek olarak ise B_{K18} kodlu öğretmen adayının *Model 2* için “*yani aslında kapakçıklar ikili- üçlü şekilde olması lazım hani soldaki ikili sağdaki üçlü idi. bunu belirtecek şekilde olursa daha çok kapakçığa benzer*” ifadesi *gerçeğine benzer şekilde oluşturulabilir* koduna örnek olarak verilebilir. Ayrıca *Model 3* için B_{K16} kodlu öğretmen adayının “*Burada ince borular ya da pipetler ekleyerek dallanmaları gösterip diğer uçtan da birleşecek şekilde yapılabilir*” ifadesi de *farklı malzemeler eklenebilir* koduna örnek olarak verilebilir.

Deney 2 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yarı-yapılandırılmış 3D modellerin nasıl iyileştirilebileceğine ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.15.'deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.15. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi *farklı malzemeler eklenebilir* kodunun en fazla, *sağlamlaştırılabilir* kodlarının ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.5. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin Özgünlüğü

Deney 2 grubunda bulunan öğretmen adaylarının oluşturdukları her bir yarı-yapılandırılmış 3D modelin özgünlüğüne ilişkin görüşleri Tablo 4.23’de belirtilmiştir. Deney 1 grubundan farklı olarak bu gruplarda öğretmen adayları malzemeler nedeniyle sınırlandırıldıklarını belirterek sadece aşağıdaki kodlara yönelik yaptıklarının yaratıcılık olarak nitelendirdikleri görülmektedir.

Tablo 4.23. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yarı-Yapılandırılmış 3D Modelin Özgünlüğüne İlişkin Görüşleri

<i>Gruplar</i>	<i>Model No</i>	<i>Kodlar</i>				
		Kısa sürede oluşturmak	Diğer gruplardan farklı yapmak	Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak	Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek	Farklı fikirler üretmek
<i>Eflatun</i>	<i>M1</i>					✓
	<i>M2</i>					✓
	<i>M4</i>			✓		
	<i>M5</i>	✓				
	<i>M6</i>					✓
<i>Ekin</i>	<i>M2</i>					✓
	<i>M4</i>	✓				
	<i>M6</i>				✓	
<i>Eylem</i>	<i>M2</i>					✓
	<i>M4</i>			✓		
	<i>M6</i>					✓
<i>Eser</i>	<i>M2</i>					✓
	<i>M5</i>				✓	
	<i>M6</i>				✓	
<i>Ekvator</i>	<i>M1</i>		✓			
	<i>M2</i>		✓			✓
	<i>M4</i>					✓
	<i>M5</i>		✓			
	<i>M6</i>				✓	

Tablo 4.23'e bakıldığında öğretmen adaylarının *farklı fikirler üretmek* (f=9) kodunu en fazla tekrar ettikleri görülürken, kısa sürede oluşturmak (f=2) ve malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak (f=2) kodlarını en az belirten ifadeler kullandıkları görülmektedir. Ayrıca toplamda ifade edilen özgünlük teması altındaki kodları en çok yineleyen grup "Ekvator" grubu (f=6) olduğu görülmektedir.

"Eflatun" grubunun modelleri oluştururken hangi kısmın özgün olduğunu belirtmek için en çok *farklı fikirler üretmek* (f=3) kodunun kullandığı görülmektedir. Bunun dışında *kısa sürede oluşturmak* ve *malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak* kodları da süreç içerisinde birer kere tekrarlandığı görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıda belirtilmiştir.

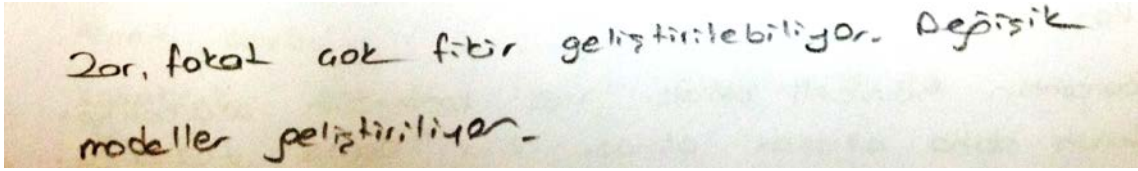
B_{K1}: *Baktığımızda sadece pipet balon kavanoz var ama bunlara rağmen nasıl yapabiliriz diye çok farklı fikirler düşündük en başta bu yaratıcıydı (M1/ Farklı fikirler üretmek)*

B_{K2}: *Burada tıpların bazıları oyuk bazıları değildi. Onları dikkate almayı düşünmek yaratıcıydı bence öteki türlü olmuyor zaten (M4/ Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak)*

B_{K3}: *Yani çok kısa sürede hemen oluşturduk. bu kadar kısa sürede malzemeleri birleştirmek yaratıcıydı bence (M5/ Kısa sürede oluşturmak)*

B_{K1}: *Başta balonu uca geçirdik fakat yanlış olduğunu görünce nasıl yapabiliriz diye çok farklı şeyler denedik (M6/ Farklı fikirler üretmek)*

Ayrıca, “Eflatun” grubundaki B_{K3} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade bu modelin *farklı fikirler üretmek* koduna örnek olarak verilebilir.



“Ekin” grubuna bakıldığında bu tema altında *kısa sürede oluşturmak, malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek ve farklı fikirler üretmek* kodlarını süreç içerisinde birer kere tekrarladıkları görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

B_{K4}: *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)*

B_{E1}: *O kadar düşündük düşündük tam son anda artık yapamayacağız derken yaptık bir anda (M4/ Kısa sürede oluşturmak)*

B_{K5}: *Balonu şırınganın içerisine geçirmeyi düşünmek bence yaratıcı olan kısımdı (M6/ Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek)*

“Eylem” grubuna bakıldığında *farklı fikirler üretmek* kodunun iki kez ve bunu yanı sıra *malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak* kodunun ise bir kez ifade edildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

B_{K9}: *Bir önceki modelde sadece birkaç şey vardı. Buna baktığımızda ise farklı farklı bir sürü malzeme vardı. bu da farklı farklı fikirler üretmeye zorladı (M2/ Farklı fikirler üretmek)*

B_{K10}: *Tıpları ve ona uygun olacak şekilde bilyeleri yerleştirmeyi düşünmek yaratıcıydı bence (M4/ Malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak)*

B_{K8}: *O balonu şırınganın içerisine nasıl geçirebiliriz diye o kadar çok şey denedik ki bence o kısım yaratıcıydı* (M6/ Farklı fikirler üretmek)

“Eser” grubuna bakıldığında ise *malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek* kodunun iki kez ve bunu yanı sıra *farklı fikirler üretmek* kodunun ise bir kez ifade edildiği görülmektedir. Öğretmen adaylarının oluşturdukları modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri ile ilgili alıntılar aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

B_{K13}: *Öyle mi yapalım böyle mi yapalım farklı farklı şeyler denedik hep* (M2/ Farklı fikirler üretmek)

B_{K14}: *Sibopları yerleştirmek yaratıcıydı bence çünkü ters koyunca çalışmıyor sistem* (M4/ Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek)

B_{E2}: *Elime alınca baktığımda küçücük bir balon bir de tam ona göre imiş gibi bir uç gibi geldi ama burada asıl iş balonu şırınganın içerisine geçirmeyi düşünmekti bence* (M6/ Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek)

“Ekvator” grubuna bakıldığında en çok *diğer gruplardan farklı yapmak* (f=3) kodunu oluşturdukları yarı-yapılandırılmış modeller için özgünlüğünü vurgulamak için belirttikleri görülmektedir. Bunun dışında iki kere *farklı fikirler üretmek* ve bir kere de *malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek* kodunu niteleyen ifadelere yer verdikleri görülmektedir. “Ekvator” grubundaki öğretmen adaylarından alıntılar şu şekilde verilmiştir.

B_{K16}: *Diğer gruplara baktığımızda hep kavanozu kullanarak yapmışlar biz kullanmadık* (M1/ Diğer gruplardan farklı yapmak)

B_{K17}: *diğer arkadaşların düzeneklerine bakınca çok benzer, bizimki ise çok farklı onlarınkinden* (M2/ Diğer gruplardan farklı yapmak)

B_{K18}: *Biz hep önceki yaptıklarımız gibi malzeme gelir diye bekliyoruz ama malzemeler değişiyor. O nedenle de fikirlerimizde onlara bağlı olarak değişiyor, çeşitleniyor hep* (M4/ Farklı fikirler üretmek)

B_{K16}: *Bence biz yine farklılığımızı ortaya koyduk diğer gruplara kıyaslayınca* (M5/ Diğer gruplardan farklı yapmak)

B_{K16}: *Burada tek yaratıcı olunacak şey balonu yerleştirmektir bence* (M6/ Malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek)

Ayrıca, bu gruptaki B_{K16} kodlu öğretmen adayının *Model 1*'e yönelik doldurduğu dokümandaki aşağıdaki ifade bu modelin *diğer gruplardan farklı yapmak* koduna örnek olarak verilebilir.

Mahomeli görüncü ilk okumaya gelen herkeste olduğu gibi kavram deneyi oldu. Uo bir herkesten farklı olmak için bir tane daha yapardı kavramı kullanmadık. Uo buda bizim için ayrı bir avantaj sağladı. Farklı bir model ortaya çıkardı.

Deney 2 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yarı-yapılandırılmış 3D modellerin özgünlüğüne ilişkin görüşleri en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında Şekil 4.16.'daki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.16. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerin Özgünlüğü

Şekil 4.16'da görüldüğü gibi *farklı fikirler üretmek* kodunun en fazla, *kısa sürede oluşturmak* kodlarının ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.1.6. Yarı-yapılandırılmış 3D Modellerin Değerlendirilmesi

Deney 2 grubundaki alt gruplar tarafından oluşturulan her bir model araştırmacı ve bir uzman tarafından "Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik" ile değerlendirilmiştir. Araştırmacı ve bir diğer uzman tarafından modellere verilen puanlar arasındaki tutarlılık Kendall W ile analiz edilmiştir (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Yarı-Yapılandırılmış 3D Modellerle İlişkin Puanlayıcılar Arasındaki Uyumluluk

	Yarı-yapılandırılmış 3D Modeller					Toplam
	Eflatun	Ekin	Eylem	Eser	Ekvator	
U-A	.828*	.849*	.552	.643	.741*	.759**

U:Uzman; A: Araştırmacı; *: $p \leq 0.05$ düzeyinde anlamlılık; ** $p \leq 0.01$ düzeyinde anlamlılık

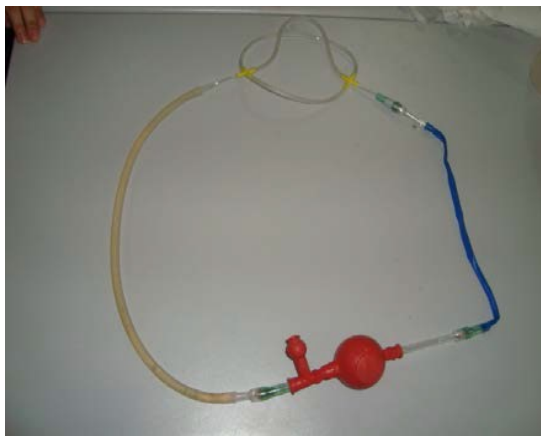
Tablo 4.24'e bakıldığında uzman ve araştırmacı arasında Deney 2 grubunda bulunan alt grupların oluşturdukları modellere ilişkin genel olarak istatistiksel olarak pozitif yönlü

anamlı bir ilişki vardır. Alt gruplar bazında bakıldığında ise “Eylem” ve “Eser” grupları için modellere verilen puanlar arasında istatistiksel olarak tutarlılık bulunmamıştır. “Eflatun”, “Ekin” ve “Ekvator” gruplarının oluşturdukları modeller için verilen puanlar arasında ise istatistiksel olarak tutarlılığın olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre Deney 2 grubunun oluşturdukları modellerin değerlendirilmesine ilişkin yapılan değerlendirmeciler arası tutarlılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Deney 2 grubunda bulunan alt grupların, her bir modele ilişkin uzman ve araştırmacı tarafından rubrikten aldıkları puan ortalamaları Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.25. Uzman ve Araştırmacının Modellere İlişkin Verdikleri Puan Ortalamaları

	Eflatun	Ekin	Eylem	Eser	Ekvator
Model 1	23	22	26	17.5	23
Model 2	23	23.5	16.5	21	19.5
Model 3	23	20.5	17.5	19	21
Model 4	13	20.5	15	18.5	20
Model 5	30	27	28	28	26.5
Model 6	27	25.5	27	25.5	28

Tablo 4.25’ e bakıldığında “Eflatun” ve “Ekin” gruplarının genel olarak diğer gruplara oranla daha yüksek puanlar aldıkları görülmektedir. Rubrikten “Eflatun” grubunun model 5 ile en yüksek, model 4 ile en düşük puan ortalamaları aldığı görülmektedir. Eflatun grubunun oluşturdukları en yüksek ve en düşük puan ortalamalarına sahip modeller Şekil 4.17’de gösterilmektedir.



a) “Eflatun” / Model 5



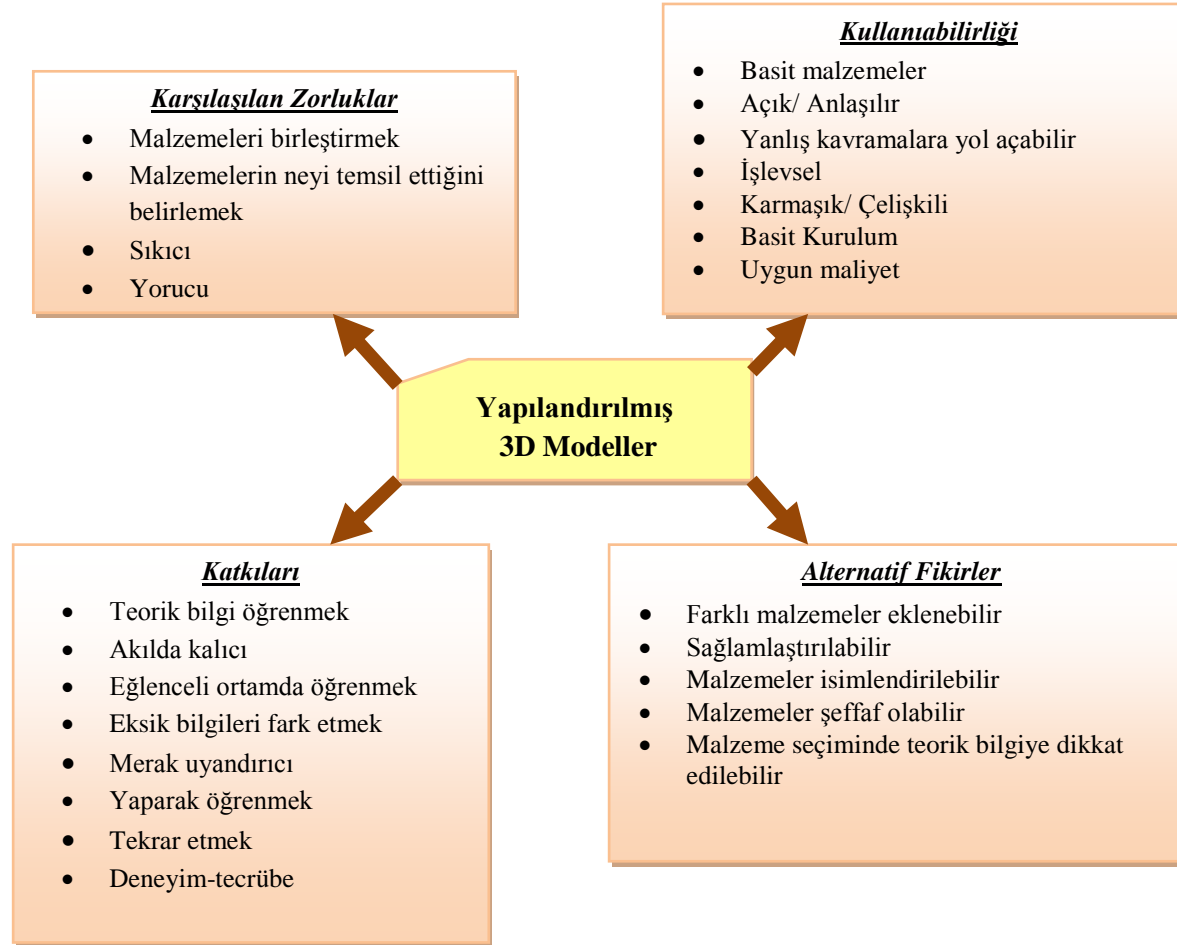
b) “Eflatun” / Model 4

Şekil 4.17. Deney 2 Grubundaki En Yüksek (a) ve En Düşük (b) Puan Alan Modellere Örnekler

Diğer birçok alt grubun Deney 5 için benzer şekilde verilen malzemelerle aynı modeli oluşturmuş olmasına rağmen en yüksek puanı “Eflatun” grubunun almış olmasının nedeni dokümanlardaki ilgili boşluklara en doğru yanıtların verilmiş olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük puan ortalamasına sahip “Eflatun” grubunun model 4 için oluşturdukları modelin probleme çözüm olarak şekilde oluşturulmadığı görülmektedir.

4.2.3. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bulgular

Deney 3 grubunda bulunan öğretmen adaylarının yapılandırılmış 3D modelleri oluşturmalarına ilişkin ortak görüş ve değerlendirmeleri Deney 1 ve Deney 2’ye benzer olarak “oluşturulmasında karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği”, “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” temalarını içerirken, farklı olarak “özgünlüğü” temasını içermemektedir. Bu temalar ve temaların altında yer alan kodlar Şekil 4.18’de gösterilmekle birlikte, bütün alt grupların bu süreçteki deneyimlerinin ayrıntılı olarak irdelenmesi amacı ile her bir temaya ilişkin veriler ayrı başlıklar altında incelenmiştir. Ayrıca, her bir modele ilişkin çözümleme yapıldığından, eğer öğretmen adayları oluşturdukları model ile ilgili o temada herhangi bir görüş bildirmediler ise, bu modellere okumayı kolaylaştırmak adına tablolarda yer verilmemiştir.



Şekil 4.18. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturma Sürecine İlişkin Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Ortak Görüş ve Değerlendirmeleri

4.2.3.1. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmada Karşılaşılan Zorluklar

Yapılandırılmış 3D model oluşturma sürecine katılan bütün grupların oluşturdukları altı modele ilişkin zorlandıkları noktalar ayrı ayrı Tablo 4.26’ da belirtilmiştir.

Tablo 4.26. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Her Bir Yapılandırılmış 3D Modeli Oluştururken Karşılaştıkları Zorluklar

Gruplar	Model No	Kodlar			
		Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek	Malzemeleri birleştirmek	Yorucu	Sıkıcı
Asil	M1		√		
	M2		√		√
	M3		√		
Akarsu	M3	√			√
	M5		√		
	M6		√		
Atalay	M1		√		
	M2	√			
	M3		√		√
	M4	√		√	√
	M6	√			
Asma	M2	√			
	M3		√		√
	M4		√		√
Aydın	M2	√	√		
	M3		√		
	M4	√	√		√
	M6		√		

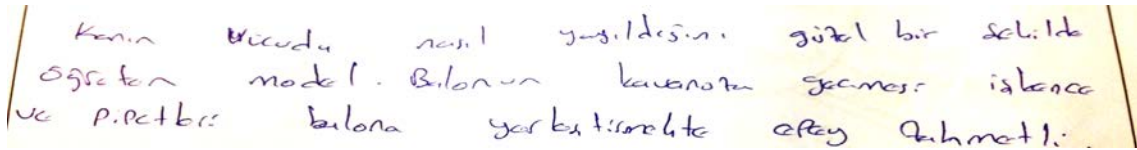
Tablo 4.26’ya bakıldığında genel olarak öğretmen adaylarının en çok *malzemeleri birleştirmek* (f=13) konusunda zorluk çektikleri görülmektedir. Bunun dışında *malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek* (f=7), *sıkıcı* (f=7) ve *yorucu* (f=1) bu tema içerisinde yer alan diğer kodlardır. Grup bazında bakıldığında, en çok “Atalay” (f=8) ve en az “Asil” ve “Akarsu” (f=4) bu gruplarındaki öğretmen adaylarının yapılandırılmış 3D model oluşturmaya ilişkin zorluk çektiklerini belirten ifadeler kullandıkları görülmektedir. Model bazında bakıldığında ise *Model 2* ve *Model 3* için bütün gruplardaki öğretmen adaylarının zorluk çektiklerini belirten kodların işaretlenmiş olması dikkat çekicidir. Her bir grubun bu süreçte yaşadığı zorluklara ilişkin görüşleri ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda özetlenmiştir.

“Asil” grubundaki öğretmen adaylarının en çok *Model 2*'yi yaparken zorluk çektiklerini ifade eden cümleler kurdukları görülmekle birlikte *Model 4*, *Model 5* ve *Model 6*'ya ilişkin bu temayı niteleyen ifadeler kullanmadıkları görülmektedir. Bunun yanı sıra grup olarak en çok *malzemeleri birleştirmek* (f=3) koduna ilişkin ifadeler kullanmaları dikkate alınmaya değerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıda belirtilmiştir:

C_{E2}: Balonları pipetleri geçirirken biraz zorlandım açıkçası hani kürdanla delip de pipetleri sokmak biraz zor (M1/ Malzemeleri birleştirmek)

C_{E1}: Hani yapmaya çalışırken biraz sıkılıyor insan bazen (M2/ Sıkıcı)

Bununla birlikte, *Model 2*'ye ilişkin *C_{E2}* kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da öğretmen adaylarının modelleri birleştirirken zorlandıkları görülmektedir.



Ayrıca “Asil” grubunun video kayıtları incelendiğinde aşağıdaki diyaloglar malzemeleri birleştirmek koduna örnek olarak verilebilir.

M2 (Video kaydı: 7dk 15s)

C_{E3}: Bu karıncık mı oluyor?

C_{E1}: Sol karıncık galiba orası

C_{E2}: Onu huniye geçirelim

C_{E3}: Zor gibi

C_{E2}: Dene bakalım önce

C_{E2}: Bir daha dene

C_{E3}: Şimdi vücuda yollayacağına göre o da kapakçık olmalı.

“Akarsu” grubundaki öğretmen adaylarına bakıldığında en çok *malzemeleri birleştirmek* (f=3) kodunu niteleyen ifadeler kullandıkları görülmektedir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekildedir:

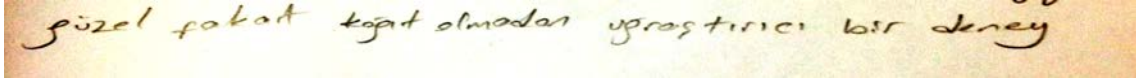
C_{K1}: Bugün ki dokuzuncu saatim hocam, bir de uçları denemeye çalışmak, tak çıkar tak çıkar sıkıldık (M3/ Sıkıcı)

C_{K5}: Orada hani kavramları söylemekte zorlandık şu şudur, şu şudur diye baya düşündük (M3/ Malzemenin neyi temsil ettiğini belirlemek)

C_{K2}: O su neydi ya tanker gibi fıskırdı vallahi hani böyle onları birbirine sokmak falan biraz zor oldu (M5/ Malzemeleri birleştirmek)

C_{K4}: Balonu şırıngaya geçirirken biraz zorlandık açıkçası (M6/ Malzemeleri birleştirmek)

Ayrıca, *Model 3*'e ilişkin C_{K1} kodlu öğretmen adayının doldurduğu dokümandan elde edilen aşağıdaki alıntıya bakıldığında da bu gruptaki öğretmen adaylarının düşünmeyi gerektirdiği söylenebilir.



Akarsu grubundaki öğretmen adayları için *malzemelerin neyi temsil ettiğini* belirlemek koduna örnek olarak ayrıca aşağıdaki diyaloglar verilebilir.

M3 (Video kaydı: 6dk 21s)

C_{K5} : İnce olanda kalın olana göre daha yavaş oluyor

C_{K3} : Ama kalın olana atardamar demiştik o zaman yanlış olmuyor mu bu?

C_{K4} : Bak aynı hızda tut, öyle deneyelim.

C_{K5} : Diğer uç da öyle olmadı. Bence bunda en hızlı

C_{K2} : Anlamadım ben, yukarda tutunca farklı ama

C_{K3} : O yüzden hep aynı seviyede deneyelim

C_{K5} : İnce olanda kalın olana göre daha yavaş oluyor

C_{K3} : Ama kalın olana atardamar demiştik o zaman yanlış olmuyor mu bu?

“Atalay” grubundaki öğretmen adaylarına ilişkin sonuçlar incelendiğinde, en çok *malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek* ($f=3$) kodunu en çok tekrar ettikleri görülürken en az *yorucu* ($f=1$) kodunu ifade etmişlerdir. Bunun dışında en çok *Model 4*'ü yaparken zorluk çektiklerini ifade eden kodları kullanmakla birlikte *Model 5*'e ilişkin bu tema altında değerlendirilebilecek herhangi bir ifade de bulunmamışlardır. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K6} : Balonlar hep yırtıldı. Birde çok dipten kestik balonu o zaman zorlandık biraz (M1/ Malzemeleri birleştirmek)

C_{K9} : Biz biraz zorlandık. Neye ne diyeceğimizi bilemedik (M2/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

C_{K6} : Onu ona tak çıkar filan sıkıldık bir süre sonra (M3/ Sıkıcı)

C_{K8} : Açıkçası ben artık model yapmaktan yoruldum, neyin ne olduğunu düşünmekten sıkıldım (M3/ Sıkıcı & Yorucu)

C_{K6} : Biz başta şeyde çok zorlandık. Neye ne diyeceğimizi bilemedik. Balona biz diyafram dedik. O yanlışmış sonradan anladık (M6/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

“Asma” grubundaki öğretmen adaylarına ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise öğretmen adaylarının en çok *malzemeleri birleştirmek* ve *sıkıcı* ($f=3$) kodlarına ilişkin ifadeler kullandıkları görülmektedir. Bunların dışında ise sadece bir kere *malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek* kodunu ifade ettikleri görülmektedir. Model bazında bakıldığında ise *Model 1*, *Model 5* ve *Model 6*'nın oluşturulması sürecinde bu temaya

ilişkin ifade kullanmamaları dikkat çekicidir. Gruptaki öğretmen adaylarının görüşmelerinden alınan örnek ifadeler aşağıda verilmiştir:

C_{K12}: Hani şeklin tersinden düşünmemiz gerekiyormuş gibi oldu biraz benzetmekte zorlandık (M2/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

C_{K11}: Yani tamam başta yapmaya çalışıyoruz ama son derste olduğu için bir süre sonra sıkılıyoruz (M3/ Sıkıcı)

C_{K14}: Zor sıkıştırması bir de çok sıkıştırınca çıkıyor filan ondan zorlandık (M4/ Malzemeleri birleştirmek)

Son olarak “Aydın” grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *malzemeleri birleştirmek* ($f=4$), en az ise *sıkıcı* ($f=1$) olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Model bazında bakıldığında ise en çok *Model 4*’ü oluştururken zorluk çektiklerini ifade etmekle birlikte; *Model 1* ve *Model 5* için bu tema altında örnek verilebilecek herhangi bir ifade de bulunmamışlardır. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K15}: Bu hafta daha çok zorlandık hani bölümlerini, kısımlarını bulmakta biraz zorlandık (M2/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

C_{K16}: Uçları değiştirmek gerektiği için sök tak biraz zorladı (M2/ Malzemeleri birleştirmek)

C_{K15}: Sürekli çıktı tekrar onları birleştirip tekrar yapmaya başlamak durumunda kaldık. (M4/ Malzemeleri birleştirmek)

C_{K15}: Bazı yerleri tam yerinde mesela hemen ayırt edemedik (M6/ Malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek)

Deney 3 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yapılandırılmış 3D modellerin oluşturulmasında karşılaşılan zorluklar en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında özetle Şekil 4.19’deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.19. Yapılandırılmış 3D Modellerin Oluşturulmasında Karşılaşılan Zorluklar

Şekil 4.19’da görüldüğü gibi *farklı fikirler üretmek* kodunun en fazla, *kısa sürede oluşturmak* kodlarının ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.3.2. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Katkıları

Yapılandırılmış 3D model oluşturma sürecine katılan bütün grupların oluşturdukları altı modelin katkılarına ilişkin görüşleri ayrı ayrı Tablo 4.27’ de belirtilmiştir.

Tablo 4.27. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modelleri Oluşturmanın Katkılarına İlişkin Görüşleri

Grup	Model No	Kodlar							
		Teorik bilgi öğrenmek	Eksik bilgileri fark etmek	Yaparak öğrenmek (somulaştırma)	Akılda kalıcı	Eğlenceli ortamda öğrenmek	Deneyim-tecrübe	Tekrar etmek	Merak uyandırıcı
Asil	M1	✓		✓	✓				✓
	M2	✓		✓					
	M3	✓		✓		✓			✓
	M4		✓		✓	✓			
	M5	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	M6				✓	✓		✓	
Akarsu	M1	✓				✓			
	M2	✓	✓		✓				✓
	M3		✓		✓				✓
	M4	✓	✓		✓				✓
	M5	✓			✓	✓		✓	
	M6		✓			✓			
Atalay	M1	✓	✓			✓			
	M2				✓	✓			
	M3	✓	✓						
	M4	✓	✓			✓			
	M5	✓			✓	✓			
Asma	M1	✓			✓				
	M2	✓	✓		✓				
	M3	✓	✓						
	M4		✓						
	M5	✓				✓		✓	
	M6	✓							
Aydın	M1	✓				✓			
	M2	✓			✓				
	M4	✓			✓	✓			
	M5	✓		✓	✓				
	M6		✓			✓			

Tablo 4.27 incelendiğinde yapılandırılmış 3D model oluşturma katkılarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde özetle en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=21) en az ise *deneyim-tecrübe* (f=1) koduna yer verildiği görülmektedir. Bunun yanı sıra gruplar incelendiğinde en çok “Asil” grubundaki öğretmen adaylarının bu sürecin

katkılarına ilişkin görüş bildirdikleri görülürken en az “Asma” ve “Aydın” grubundaki öğretmen adaylarının katkı ifade eden kodları yineledikleri görülmektedir. Her bir alt grubun bu temaya ilişkin görüşleri ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda açıklanmıştır.

“Asil” grubundaki öğretmen adaylarına ilişkin bulgular incelendiğinde en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=4), *yaparak öğrenmek* (f=4), *akılda kalıcı* (f=4) ve *eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=4) kodlarını tekrarladıkları görülürken; en az ise *eksik bilgileri fark etmek* (f=1) ve *farklı bir deneyim* (f=1) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Model bazında incelendiğinde ise katkı ifade eden kodların en çok *Model 5*’de, en az ise *Model 2*’de yer aldığı gözükmemektedir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{E1}: Bu şekilde hem öğrenciler için oyun şekline geliyor hem de merak uyandırıyor hani ben de yapabilirim merakı uyandırıyor (M1/ Merak uyandırıcı)

C_{E3}: Vücudumuzdaki organ ne işe yarıyor, nasıl işlevini yürüttüğünü işlevini anlayabiliyoruz (M2/ Teorik bilgi öğrenmek)

C_{E3}: Biraz eğlenceli, puzzle gibi (M3/ Eğlenceli ortamda öğrenmek)

C_{E1}: Mesela kapakçıkların falan hani ne işlevini hani biliyoruz ya da derste öyle Mercedes amblemine benzetmek falan hani anlıyoruz ama geçen sene ki bu dersi alanlara sorsak bence yüzde sekseninin aklında değildir ama bizde öyle değil (M4/ Akılda kalıcı)

C_{E3}: Kendimiz yaptık sonuçta hani biz birleştirdik. Güzel oldu eğlendik yani basıyorsun ve açıldığını görüyorsun sibobların falan gayet iyiydi (M5/ Yaparak öğrenme & Eğlenceli ortamda öğrenme)

C_{E2}: 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)

C_{E2}: Katkı olarak bir kere teorik bilgiyi pekiştirmeye aynı zamanda kalıcı olmasına yol açacağından eminim ben (M6/ Tekrar yapmak & Akılda kalıcı)

Yukarıdaki ifadelerin yanı sıra video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyalogların da *yaparak öğrenmek* kodunu nitelediği görülebilir.

M6 (Video kaydı: 1dk 54s)

C_{E3}: Oldu galiba, çek(pistonu) o zaman

C_{E1}: Çek çek çek (güldü)

C_{E3}: Şişiyor balon, ittir bir de

C_{E2}: Delik açıkken yapalım bir de

C_{E3}: Şimdi daha az şişti.

C_{E1}: Balon alveol sanırım şişiyor çünkü. Piston ne o zaman?

C_{E2}: aşağı indiğine göre diyafram olmalı

C_{E3}: o zaman nefes alınca balon yani alveol şişiyor ve piston aşağı yani diyafram aşağı gidiyor.

“Akarsu” grubundaki öğretmen adaylarının bulguları incelendiğinde ise en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=4), *eksik bilgileri fark etmek* (f=4) ve *akılda kalıcı* (f=4) kodlarını

tekrarladıkları görülürken; en az ise *tekrar etmek* ($f=1$) kodunu ifade etmişlerdir. Bunun dışında *yaparak öğrenmek* ve *deneyim-tecrübe* kodlarına değinmemişlerdir. Model bazında incelendiğinde ise en çok *Model 2*, *Model 4* ve *Model 5*'e ilişkin katkı ifade eden kodları seçmekle birlikte en az *Model 1* ve *Model 6* için seçmişlerdir. Gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K3}: Basınç uyguladığımızda işte yerçekiminin tersi yönünde pipetten kan çıkmış oluyor dışarı bunu görmüş olduk model sayesinde (M1/ Teorik bilgi öğrenmek)

C_{K5}: Lisede falan biz hep kalp dört odacıklıdır, işte şu atar damar, toplardamar diyip geçiyorduk. Bir kere hani aorttan tüm vücuda gittiğini öğrendik. Hani dört odacıklının dışında ekstra bilgilerimiz oldu (M2/ Teorik bilgi öğrenmek)

C_{K3}: Benim aklımda kalacak açıkçası şimdi. Atardamarın yapısını dün derste de gördük ama hiçbir şey anlamadım açıkçası ben, hızlar haricinde böyle gözümde canlandırabilirim (M3/ Akılda kalıcı)

C_{K1}: Eksiklerimizi gördüğümüz için doğruya yöneltti, merak uyandırdı diyebilirim (M3/ Eksik fark etmek & Merak uyandırıcı)

C_{K5}:Derste anlatılınca hani biraz hava da kalmış olabiliyordu. Şimdi daha iyi anlamış olduk ve kalıcı olacağını düşünüyorum (M4/ Teorik bilgi öğrenmek & Akılda kalıcı)

C_{K2}: Tekrar etmiş olduk aslında şimdiye kadar olan bütün modelleri tek bir modelde (M5/ Tekrar etmek)

C_{K1}: Geliyoruz burada böyle yani bir şeyler yapmaya çalışıyoruz ben eğleniyorum açıkçası (M6/ Eğlenceli ortamda öğrenmek)

Yukarıdaki alıntılarının yanı sıra öğretmen adaylarının doldurdıkları dokümanlar incelendiğinde *Model 5* için *C_{K1}* 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.

Ayrıca "Akarsu" grubundaki öğretmen adaylarının video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde *Model 1*'i oluştururken gülmeleri sürecin *eğlenceli* geçtiğine ilişkin bir örnek olarak verilebilir.

Model 1 (Video kaydı:4dk 48s)

*C_{K1}: Bu(balon) patladı
(Güldüler)*

C_{K3}: Başka bir balon getireyim ben, Al ama dikkatli ol bu sefer

C_{K2}: Oldu galiba, ikinci pipet nerede? Onu tak

*C_{K1}: (ikinci pipeti takmaya çalışırken)Ayyy suya ne oluyor be...He anladım kasılıyor gevşiyor
(Güldüler)*

“Atalay” grubundaki öğretmen adaylarının bulguları incelendiğinde ise en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=4) ve *eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=4) kodlarını tekrarladıkları görülürken; en az ise *akılda kalıcı* (f=2) kodunu ifade etmişlerdir. Bunun dışında *yaparak öğrenmek*, *deneyim-tecrübe*, *tekrar etmek* ve *merak uyandırıcı* kodlarına değinmemişlerdir. Model bazında incelendiğinde ise en çok *Model 1*, *Model 4* ve *Model 5*'e ilişkin katkı ifade eden kodları seçmekle birlikte, *Model 6* için bu tema altında değerlendirilebilecek ifade belirtmemiş olmaları dikkat çekicidir. Öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin ifadelerinden alıntılar aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K8}: Kendi açımdan söyleyeyim kapakçıkları normal açılır kapanır bir şey zannediyordum ama hani kanın geçmesini engelleyen özellikleri de varmış (M1/ Eksik bilgileri fark etmek)

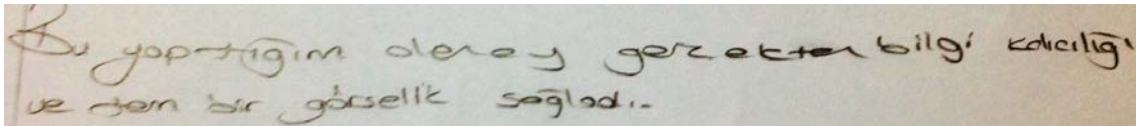
C_{K6}: Sadece teoriyi anlatınca çok da akılda kalmıyor. Yani böyle daha çok akılda kalıyor. Birde daha eğlenceli geliyor (M2/ Akılda kalıcı & Eğlenceli ortamda öğrenmek)

C_{K10}: Kalın hortumda daha az giderken ince hortumda daha uzağa gidiyor. Ama biz inceyi kılcal olarak düşündüğümüz için orada yüzey alanının etkisinin olduğunu sonradan öğrendik (M3/ Eksik bilgileri fark etmek)

C_{K7}: Venöz filan ben ilk defa duyuyorum (M4/ Eksik bilgileri fark etmek)

C_{K10}: Mesela bu bir en basitinden şu hani dörtlü böyle kılcallar bağlanmış filan şeyi ben hiç unutmam böylelikle (M5/ Akılda kalıcı)

Yukarıdaki alıntılarının yanı sıra öğretmen adaylarının doldurdıkları dokümanlar incelendiğinde *Model 5* için *C_{K10}* kodlu öğretmen adayının aşağıdaki ifadesi *akılda kalıcı* koduna örnek olarak verilebilir.



Bununla birlikte “Atalay” grubundaki öğretmen adaylarının *Model 2*'i oluşturma sürecindeki video kayıtlarından alınan aşağıdaki diyaloglar incelendiğinde bu diyalogların *eksik bilgileri fark etmek* koduna bir örnek olarak verilebileceği görülmektedir.

Model 2 (Video kaydı: 1dk 32s)

C_{K6}: (Balonu) Bastır iyice

C_{K9}: Bak bilye kanın aşağıya inmesini engelliyor

C_{K7}: Kapaçık mı o?

(Düşündüler)

C_{K9}: Hangi kapakçık o zaman?

C_{K8}: Şu(huni) karıncık o zaman, bu damar

C_{K10}: Tamam işte beherden huniye yani karıncıktan kulakçığa gidiyor

C_{K9}: Hayır, tam tersi kulakçıktan karıncığa çünkü karıncıktan vücuda gitmeli
C_{K10}: Aradaki de kulakçık karıncık arasında bulunan kapakçık
C_{K10}: Orada da mı kapakçık varmış

“Asma” grubundaki öğretmen adaylarının bulguları incelendiğinde ise en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=4); en az ise *eğlenceli ortamda öğrenmek* (f=1) ve *tekrar etmek* (f=1) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bunun dışında *yaparak öğrenmek*, *deneyim-tecrübe* ve *merak uyandırıcı* kodlarına değinmemişlerdir. Model bazında incelendiğinde ise en çok *Model 2* ve *Model 5*'e ilişkin katkı ifade eden kodları seçmekle birlikte, en az *Model 4* ve *Model 6* için bu tema altında değerlendirilebilecek ifade belirtmişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K11}: Daha akılda kalıcı oldu böyle hani derste soyut olarak anlatıyoruz şöyle böyle diye öyle unutmuyoruz yani (M1/ Akılda kalıcı)
C_{K11}: Tek yönlü açılma mesela demin sen söylemiştin. Yeni öğrendik onu (M2/ Eksik bilgileri fark etmek)
C_{K13}: Tam olarak bilmiyormuşuz işte kılcallardaki sistemi, kan akışının, hızın neye bağlı olduğunu filan (M3/ Eksik bilgileri fark etmek)
C_{K14}: Aslında venöz kapakçıklarını öğrenmemiştik, onu öğrendik (M4/ Eksik bilgileri fark etmek)
C_{K12}: Çok eğlenceliydi çünkü tamamını gördük (M5/ Eğlenceli)
C_{K12}: Derste de anlattığınızda da sistemi anlamıştım da tam oturmuş değildi, modelle öğrendim (M6/ Teorik bilgi öğrenmek)

Yukarıdaki alıntıların yanı sıra Model 5'e ilişkin “Asma” grubundaki öğretmen adaylarının diyaloglarından alınan alıntılar incelediğinde bu tema altındaki *eğlenceli ortamda öğrenmek* ve *teorik bilgi öğrenmek* kodlarını niteleyen konuşmaların bulunduğu görülmektedir.

Model 5 (Video kaydı: 12dk 10s)

C_{K2}: Şimdi buradaki sistemin döndüğünü görmemiz lazım. Bastır şuradan
C_{K7}: Ha bak gördün mü?
C_{K5}: Bak burası bastırınca yukarı çıkıyor, açılıyor bırakınca kapanıyor.
C_{K7}: Bu atar(uzun ince balon) o zaman
C_{K2}: Hayır bak, bu atar atıyor abi bak buradaki de, toplar da topluyor hani kalbe getiriyor.
C_{K10}: Aradaki de kılcal damar o zaman.
C_{K9}: Oradaki gri şeyler ne?
C_{K5}: Kapakçık işte onlar
C_{K9}: He şimdi anladım (Güldü)

Son grup olan “Aydın grubundaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin sonuçları incelendiğinde en çok *teorik bilgi öğrenmek* (f=4); en az ise *eksik bilgileri fark etmek*

($f=1$) ve *yaparak öğrenmek* ($f=1$) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bunun dışında *Model 3'e ilişkin* bu tema altında değerlendirilebilecek ifade belirtmemekle birlikte; *deneyim-tecrübe*, *tekrar etmek* ve *merak uyandırıcı* kodlarına değinmemişlerdir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K16} : *Kanın kalbin içine nasıl damarlara çıktığını daha iyi anladık* (M1/ Teorik bilgi öğrenmek)

C_{K18} : *Bu şekilde mesela daha çok aklımda kalacağını düşünüyorum ben* (M2/ Akılda kalıcı)

C_{K15} : *Mesela daha iyi kafamızda kalıcı oldu mesela bu şeyleri yaparken zaten bu deneylerde bunun için var değil mi* (M4/ Akılda kalıcı)

C_{K16} : *Sanki böyle elindeymişsin gibi sanki hani kalbi sen hareket ettiriyormuşsun gibi gerçek bir kalbi gibi geldi bana çok zevkli bir şey* (M4/ Eğlenceli)

C_{K17} : *Şimdi bunu yapıyoruz, ediyoruz böyle kendimiz belirliyoruz o nedenle de öğreniyoruz aslında* (M4/ Yaparak öğrenmek)

Ayrıca C_{K16} kodlu öğretmen adayının *Model 4'* e ilişkin ifadesi de yapılandırılmış model oluşturmanın katkıları teması altında yer alan *eğlenceli ortamda öğrenmek* koduna örnek olarak verilebilir.



Deney 3 grubunda yer alan her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının oluşturdukları yapılandırılmış 3D modellerin katkılarına ilişkin ifadeler en çok tekrarlanandan en aza doğru sıralandığında özetle Şekil 4.20'deki şekilde gösterilebilir.



Şekil 4.20. Yapılandırılmış 3D Modellerin Katkıları

Şekil 4.20'de görüldüğü gibi *teorik bilgi öğrenmek* kodunun en fazla, *farklı bir deneyim* kodunun ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.3.3. Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliği

Deney 3 grubundaki öğretmen adaylarının yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri her bir grup ve model için Tablo 4.28’de özetlenmiştir.

Tablo 4.28. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliğine İlişkin Görüşleri

Gruplar	Model No	Kodlar						
		Basit Kurulum	Basit malzemeler	Açık/Anlaşılır	İşlevsel	Uygun maliyet	Karmaşık/Çelişkili	Yanlış kavramalara yol açabilir
Asil	M1		√	√				
	M2							√
	M3							√
	M4		√	√		√		√
	M5	√		√	√			
	M6		√			√	√	
Akarsu	M1				√			
	M2						√	
	M3						√	
	M4			√				
	M5		√	√				
	M6							√
Atalay	M1		√					
	M2						√	√
	M3						√	√
	M4		√	√	√			
	M5			√				
	M6							√
Asma	M1		√		√			
	M2	√			√		√	
	M3						√	√
	M4			√				
	M5			√	√			
	M6		√					√
Aydın	M1	√	√					
	M2		√		√			
	M3						√	
	M4	√	√	√	√			
	M5							√
	M6		√	√				

Tablo 4.28 incelendiğinde yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliği teması altında yer alan kodlar incelendiğinde en çok basit malzemeler (f=12) ve en az uygun maliyet (f=2) kodlarının ifade edildiği görülmektedir. Her bir alt grubun bu temaya ilişkin görüşleri ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda açıklanmıştır.

“Asil” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *basit malzemeler* (f=3), *açık-anlaşılır* (f=3) ve *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=3) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{E1}: Bu model üzerinden ne işe yaradığını falan çok rahat bir şekilde anlatabiliriz. Kuşkusuz hani şuan ki yaptığımız basite indirgenmiş hali ile rahatlıkla anlaşılır (M1/ Açık-anlaşılır)

C_{E2}: Kulakçık ve karıncıkların yerlerinin ters olması hani ilk başta herkes yüzde doksanı sistemin o şekilde çalıştığını anlamıştır, ama biraz düşünmek gerekiyor kulakçığın aşağıda karıncığın yukarıda olması (M2/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

C_{E3}: İnce olun da basınçla çıkıyor, hani kılcal damarda normalde atar damar olması gerekirken kılcal diye anlayabilir. Yani bizde onu tartıştık kendi aramızda öyle bir mantık hatası var (M3/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

C_{E3}: Malzeme sorun olmaz, maliyeti uygun şeyler kullanıyoruz (M4/Uygun maliyet)

C_{E1}: Kapakçıkların isimlerini karıştırabilir. Toplardamar kapakçığıyla diğer kapakçıkların görevlerini falan karıştırmaz ama kapakçıkların isimlerini karıştırabilir (M4/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

C_{E3}: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)

C_{E3}:Neyin ne olduğunu anlayamadım ama sonuçta hazırlarken ve ucuz bir malzeme hani patlasa da bir şey olmaz (M6/Karmaşık & Uygun maliyet)

“Akarsu” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *açık-anlaşılır* (f=2) ve *karmaşık-çelişkili* (f=2) kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. *Basit kurulum, işlevsel* ve *uygun maliyet* kodlarına ise hiçbir model için yer vermedikleri görülmektedir. Gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K2}: Karıncıklardan vücuda kan gidiyor ya mesela onu o şekilde görebiliyoruz tekrar tekrar (M1/ İşlevsel)

C_{K3}: Biraz karmaşıklık ya var bence hani bakınca direk bu diyemiyor insan (M2/ Karmaşık)

C_{K4}: Herkes farklı yorumlar bence bu deneyi bir sonuca bağlayamadım ben (M3/ Karmaşık)

C_{K2}: Toplardamarda kanın hareketinin kasılmayla sağlandığını göstermek amacıyla kullanılabilir, direk görülüyor modellerle (M4/ Açık-anlaşılır)

C_{K3}: Bence bu modellerle birkaç hortum ve puarla sistemi çok güzel anlatmış oluyoruz (M5/ Basit malzemeler)

C_{K5}: Ben açıkçası balon şişince onu diyafram sanmıştım başta yani o açıdan yanlış anlaşılabilir (M6/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

“Atalay” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri incelendiğinde ise en çok *yanlış kavramalara yol açabilir* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca *basit kurulum* ve *uygun maliyet* kodlarına ise hiçbir model için yer vermedikleri görülmektedir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir.

C_{K7}: Basit malzemeler olduğu için kolaylıkla kullanılabilir okullarda (M1/ Basit malzemeler)

C_{K6}: Belki kapakçıkların tek parçalı olduğu şeklinde bir düşünce oluşabilir (M2/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

C_{K10}: İnce geldiğinde daha basınçlı oluyor filan atar kılcaldaki hız karıştırılabilir (M3/ Yanlış kavramalara yol açabilir)

C_{K6}: Her şey o kadar netti ki aynı kitaplardaki gibi ekstra bir açıklamaya gerek yoktu hiç bunun için(M2/ Açık-anlaşılır)

C_{K7}: Bizim balonu ilk başka diyafram olarak düşünmemiz karışıklığa yol açabilir (M6/ Yanlış kavramalara neden olabilir)

“Asma” grubunda bulunan öğretmen adaylarının yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliği temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok *işlevsel* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Bununla birlikte *uygun maliyet* koduna ise hiçbir model için yer vermedikleri görülmektedir. Bu temaya ilişkin öğretmen adaylarının örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K14}: Balon, pipet sonuçta kolaylıkla bulunabilir (M1/ Basit malzemeler)

C_{K12}: Uygulaması kolayda şeyleri yerine yerleştirdikten sonra neyin ne olduğunu belirlemek biraz zor (M3/ Basit kurulum)

C_{K12}: Yani ben bakınca pek anlayamadım biraz karışık geldi (M3/ Karmaşık)

C_{K11}: Kanın nasıl hareket ettiğini kalpten çıktıktan sonra ve kapakçıkların açılmasını çok net olarak görebildik (M5/ Açık-anlaşılır)

C_{K13}: Hepimiz aynı şey tuzağa düştük mesela balonu diyafram zannettik mesela şişiyor şey yapıyor ya hâlbuki ciğerler şiştiği için o aşağıya iniyor. O yanılığa düşürebilir (M6/ Yanlış kavramalara neden olabilir)

“Aydın” grubunda bulunan öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin görüşleri incelendiğinde ise en çok *basit malzemeler* (f=3) kodunu tekrarladıkları görülmektedir. Ayrıca *uygun maliyet* kodlarına ise hiçbir model için yer vermedikleri görülmektedir. Gruptaki öğretmen adaylarının bu temaya ilişkin örnek ifadeleri aşağıdaki şekilde verilmiştir:

C_{K18}: Malzemeleri kolay bulunuyor. Şimdi deney yapmak istesek kalbi herkes alamaz bide çocuklar hani nasıl yapsın (M1/ Basit malzemeler)

C_{K16}: Bunlar mesela çok rahat bulunabilen malzemeler hani huni işte balon beher, su, gıda boyası falan bunlar rahat bulunabilir (M2/ Basit malzemeler)

C_{K15}: Yani bakınca beklediği sonucu görememek insanın kafasını karıştırıyor (M3/ Karışık)

C_{K16}: Hani bu malzemeleri kolay bulduğumuz sürece her zaman yapabilir (M4/ Basit malzemeler)

C_{K17}: Mesela oksijenle zenginle, fakir hani ikisi birlikte orada karıştırmış gibi düşünülebilir. Puar tek bir bölmeli olduğu için (M5/ Yanlış kavramalara neden olabilir)

C_{K16}: Küçük bir çocuğa bile anlatsak bununla rahatlıkla anlayabilir (M6/ Açık-anlaşılır)

Özetle, Deney 3 grubunda bulunan her bir alt grubun yapılandırılmış 3D modellerin kullanılabilirliğine ilişkin ifadeleri en çok tekrar edilenden en aza doğru Şekil 4.21'deki gibi ifade edilebilir.



Şekil 4.21. Yapılandırılmış 3D Modellerin Kullanılabilirliği

Şekil 4.21'de görüldüğü gibi *basit malzemeler* kodunun en fazla, *uygun maliyet* kodunun ise en az tekrarlandığı görülmektedir.

4.2.3.4. Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Deney 3 grubunda bulunan öğretmen adaylarının oluşturdukları her bir yapılandırılmış 3D modelin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirleri Tablo 4.29'da belirtilmiştir.

Tablo 4.29. Deney 3 Grubundaki Alt Grupların Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirleri

Gruplar	Model No	Kodlar				
		Malzemeler şeffaf olabilir	Sağlamlaştırılabilir	Malzemeler isimlendirilebilir	Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir	Farklı malzemeler eklenebilir
Asil	M3			√		
	M5			√		√
Akarsu	M5					√
	M6		√			
Atalay	M2			√	√	
	M3		√			√
	M4	√				
Asma	M3		√			
	M4		√			
Aydın	M6					√

Tablo 4.29'a bakıldığında öğretmen adaylarının modellerin daha iyi neler yapılarak iyileştirilebileceğine ilişkin çok fazla fikir üretmedikleri görülmektedir. Bu tema altında en fazla sağlamlaştırılabilir (f=5) ve farklı malzemeler (f=5) eklenebilir kodlarını tekrarladıkları görülmektedir. Bu temaya ilişkin her bir alt gruptaki öğretmen adaylarının alternatif fikirleri ayrı ayrı paragraflar halinde aşağıda belirtilmiştir.

“Asil” grubundaki öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde; C_{E3} kodlu öğretmen adayının “Uçlar isimlendirilebilir, mesela üç tane farklı hortuma etiket yapıştırarak isimlendireceksin” ifadesi Model 3’ün iyileştirilmesine ilişkin malzemeler isimlendirilebilir koduna örnek verilebilir. Ayrıca Model 5’e yönelik C_{E2} kodlu öğretmen adayının “Yani kalbin sağ tarafından çıkıyor ve geri geliyor ya oradaki bütün sistemi, akciğerlere gidip oradan kalbe dönüşü de gösterecek şekilde yapılabilir” ifadesi farklı malzemeler eklenebilir koduna örnek olarak verilebilir.

“Akarsu” grubundaki öğretmen adayları Model 5 için farklı malzemeler eklenebilir ve Model 6 için sağlamlaştırılabilir kodlarını ifade ettikleri görülmektedir. C_{K1} kodlu öğretmen adayının “Sistemin tamamını hani içerecek şekilde olabilir hani akciğer falan da ilave edilebilir bence” ifadesi Model 5 için farklı malzemeler eklenebilir koduna örnek olarak verilirken; C_{K5} kodlu öğretmen adayının “Hani legolar birbirine tam uyum gösteriyor ya onun gibi modelleri yaparken de modeller öyle oluşturulabilir” ifadesi Model 6 için sağlamlaştırılabilir koduna örnek olarak verilmiştir.

“Atalay” grubuna bakıldığında ise Model 2, Model 3 ve Model 4’ün iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikir ürettikleri görülmektedir. Belirtilen her bir model için görüşmelerden alınan alıntılar ise aşağıda belirtilmiştir:

C_{K7}:Karıncık ve kulakçıkların karışmaması üzerine bir şey yapıştırılabilirdi hani şu karıncık ondan kan işte gidiyor falan diye (M2/ Malzemeler isimlendirilebilir)

C_{K9}:Hani üç kapakçıklı yapıyı gösterebileceğimiz şekilde malzemeler olabilir (M2/ Malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir)

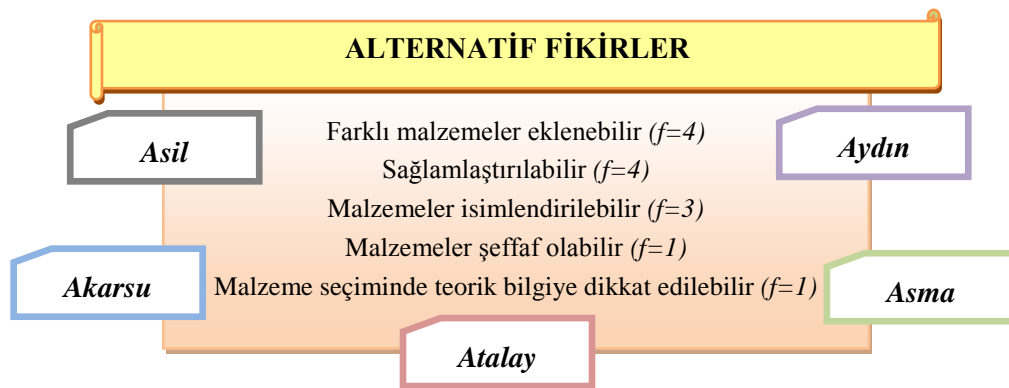
C_{K10}:Bence musluğa bağlı bir sistem oluşturursak su devamlı geleceği için daha rahat gözlemleyebiliriz (M3/ Farklı malzemeler eklenebilir)

C_{K7}:Mesela hortumlar şeffaf olsaydı daha iyi olurdu. Çünkü kırmızı hortumlar mesela kanla aynı renk olduğu için direk görülemeyebiliyor (M4/ Malzemeler şeffaf olabilir)

“Asma” grubuna bakıldığında ise Model 3 ve Model 4 için sağlamlaştırılabilir koduna ilişkin fikir ileri sürdükleri görülmektedir. C_{K13} kodlu öğretmen adayının Model 3 için “Su sızıyor işte, bir de ıslanınca diğer uçların girmesi de zor oluyor ondan daha sağlam yapılabilir muslukçuların malzemeleri kullanılarak” ifadesi ve C_{K12} kodlu öğretmen adayının Model 4 için “Daha uygun malzemeler olsa kararlı, stabil daha rahat yapılabilir, daha uygun borular ile” ifadesi de benzer şekilde sağlamlaştırılabilir koduna örnek olarak verilmiştir.

Son olarak “Aydın” grubundaki öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde sadece Model 6 için C_{K15} kodlu öğretmen adayının “Hani solumla ilgili olduğu için ben açıkçası göğüs kafesini de gösterecek şekilde yapardım” ifadesinin farklı malzemeler eklenebilir koduna örnek olarak verilebilir.

Özetle, Deney 3 grubunda bulunan her bir alt grubun yapılandırılmış 3D modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirleri en çok tekrar edilenden en aza doğru Şekil 4.22’deki gibi ifade edilebilir.

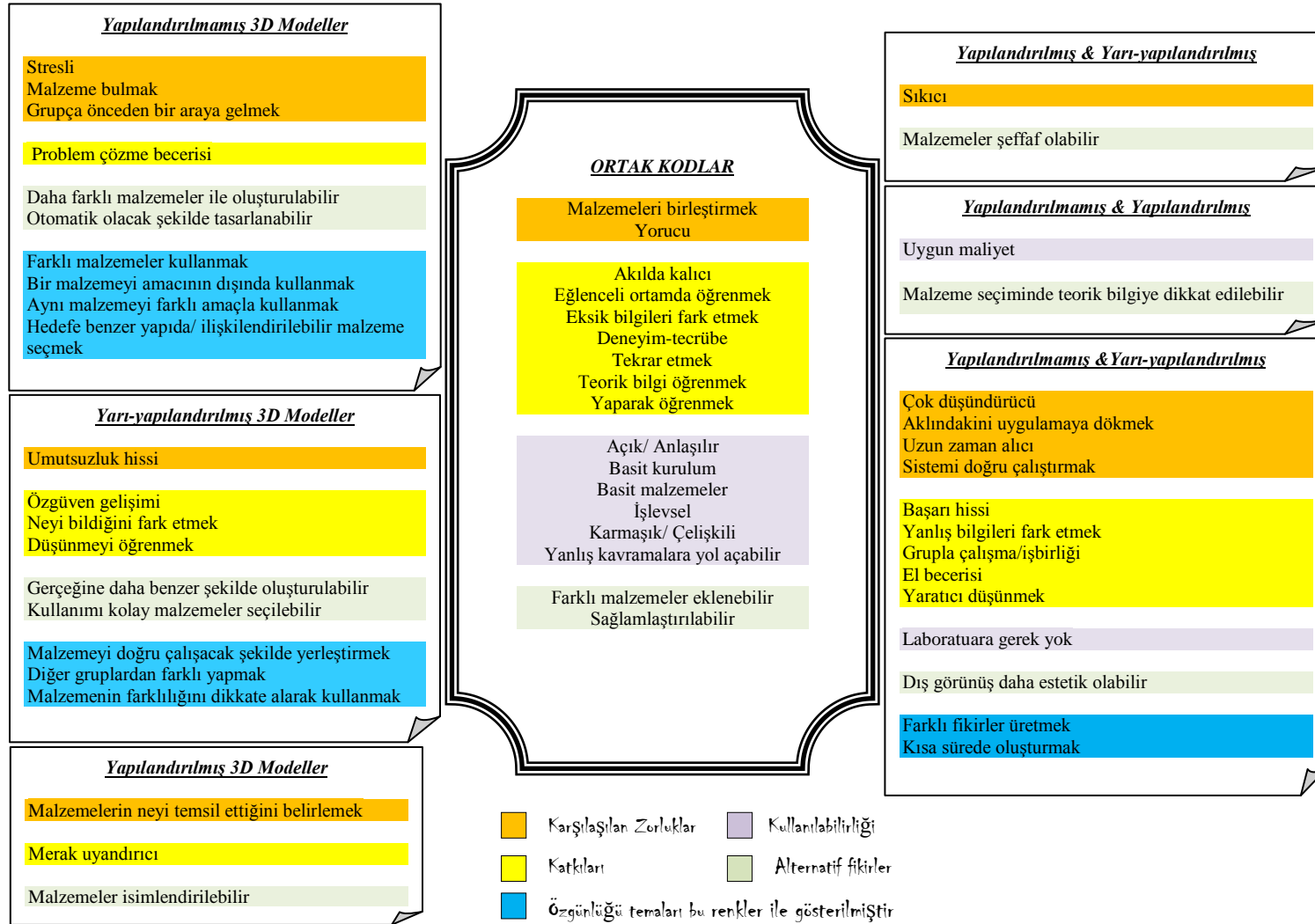


Şekil 4.22. Yapılandırılmış 3D Modellerin İyileştirilmesine İlişkin Alternatif Fikirler

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi *farklı malzemeler eklenebilir ve sağlamaştırılabilir* kodlarının en fazla tekrarlandığı görülmektedir. *Malzemeler şeffaf olabilir* ve *malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir* kodlarının ise birer kere tekrar edildiği görülmektedir.

4.2.4. Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış 3D Model Oluşturmanın Karşılaştırılması

Her bir grup için ortaya çıkan temalar ve bu temalar altında bulunan kodlar önceki sayfalarda ayrı ayrı başlıklar halinde belirtilmiş olup bu kısımda her bir süreç içerisinde ortaya çıkan kodlar arasındaki ilişkiler gözler önüne serilmeye çalışılmıştır. Bunun için öncelikle her bir işlem grubundaki analizler sonucu ortaya çıkan kodlardan ortak olanlar her bir tema için belirlenerek gruplandırılmıştır. Daha sonra her bir tema da sadece o işlem grubuna özgü olanlar belirlenerek gruplandırılmıştır. Son olarak ise geriye kalan kodlar ise hangi işlem gruplarında olduklarına bağlı olarak gruplandırılmıştır. Bu ilişkileri daha net görebilmek adına oluşturulan şekilde renkler sadece temaları belirtmek amacıyla kullanılmıştır (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Yapılandırılmamış, Yarı-yapılandırılmış ve Yapılandırılmış 3D Modellere İlişkin Sürecin Karşılaştırılması

Şekil 4.23’de de görüldüğü gibi bütün gruplar arasındaki en belirgin fark modellerin özgünlüğü ile ilgili temanın sadece yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ifade edilmiş olmasıdır. Bunun dışında ise yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış model oluşturan grupların ortaya çıkan temalara ilişkin daha çok ortak kod içermeleri ön plana çıkmaktadır.

Bütün işlem gruplarında ortak olan kodlara bakıldığında karşılaşılan zorluklar teması için; “malzemeleri birleştirmek” ve “yorucu” kodlarının, katkıları teması için; “akılda kalıcı”, “eğlenceli ortamda öğrenmek”, “eksik bilgileri fark etmek”, “deneyim-tecrübe”, “tekrar etmek”, “teorik bilgi öğrenmek” ve “yaparak öğrenmek” kodlarının ortak olduğu görülmektedir. Modellerin kullanılabilirliği teması için “açık-anlaşılır”, “basit kurulum”, “basit malzemeler”, “işlevsel”, “karmaşık-çelişkili” ve “yanlış kavramalara yol açabilir” kodları ortak oldukları görülürken, modellerin iyileştirilmesine yönelik alternatif fikirler temasına bakıldığında “farklı malzemeler eklenebilir” ve “sağlamlaştırılabilir” kodlarının ortak olduğu görülmektedir.

Sadece yapılandırılmamış 3D model oluşturan gruplara özgü olan kodlara bakıldığında karşılaşılan zorluklar teması için “stresli”, “malzeme bulmak” ve “grupça önceden bir araya gelmek” kodları, katkıları temasına ilişkin ise “problem çözme becerisi” kodu karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca problem çözme becerisi nicel olarak da araştırılan bir değişken olması bakımından da sadece bu grupta ortaya çıkması önemli olarak görülmektedir. Modellerin iyileştirilmesine ilişkin ise “daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir” ve “otomatik olacak şekilde tasarlanabilir” kodları, modellerin özgünlüğü teması için ise “farklı malzemeler kullanmak”, “bir malzemeyi amacının dışında kullanmak”, “aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak” ve “hedefe benzer yapıda/ ilişkilendirilebilir malzeme seçmek” kodları sadece yapılandırılmamış 3D model oluşturan gruplar tarafından ileri sürülmüştür.

Sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara bakıldığında karşılaşılan zorluklar teması için “umutsuzluk hissi”; katkıları teması için “özgüven gelişimi”, “neyi bildiğini fark etmek” ve “düşünmeyi öğrenmek” kodlarının o gruba özgü olduğu görülmektedir. benzer şekilde modellerin iyileştirilmesine yönelik alternatif fikirler teması için “gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir” ve “kullanımı kolay malzemeler seçilebilir” kodları, modellerin özgünlüğü teması için ise “malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek”, “diğer gruplardan farklı yapmak” ve “malzemenin

farklılığını dikkate alarak kullanmak” kodları sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ifade edilmiştir.

Sadece yapılandırılmış model oluşturan gruplara bakıldığında karşılaşılan zorluklar temasına ilişkin “malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek”; katkıları teması için “merak uyandırıcı”; modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler teması için ise “malzemeler isimlendirilebilir” kodunun sadece bu gruplara ait olduğu görülmektedir.

Yapılandırılmış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların her ikisi için ortak olan kodlara bakıldığında sadece karşılaşılan zorluklar temasına ilişkin “sıkıcı” kodu ve alternatif fikirler temasına ilişkin “malzemeler şeffaf olabilir” kodlarının ortak olduğu görülmektedir.

Yapılandırılmamış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların her ikisi için ortak olan kodlara bakıldığında kullanılabilirliği temasına ilişkin “uygun maliyet”; alternatif fikirler temasına ilişkin ise “malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir” kodlarının olduğu görülmektedir.

Son olarak en çok ortak özellikleri barındıran yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara bakıldığında karşılaşılan zorluklar teması için “çok düşündürücü”, “aklındakini uygulamaya dökmek”, “uzun zaman alıcı” ve “sistemi doğru çalıştırmak” kodlarının ortak olduğu görülmektedir. Katkıları teması için “başarı hissi”, “yanlış bilgileri fark etmek”, “grupla çalışma/işbirliği”, “el becerisi” ve “yaratıcı düşünmek” kodlarının ortak olduğu görülmektedir. Kullanılabilirliği teması için “laboratuara gerek yok”; alternatif fikirler teması için “dış görünüş daha estetik olabilir”; ve son olarak modellerin özgünlüğü teması için “farklı fikirler üretmek” ve “kısa sürede oluşturmak” kodlarının her ikisi için ortak olduğu görülmektedir.

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde bir önceki bölümde ortaya konan araştırmanın bulguları her bir değişken temelinde alan yazın ile ilişkilendirilerek tartışılmış ve son olarak yeni araştırmalar için önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmanın sonuçları temel olarak iki başlıkta incelenebilir. Bunlardan ilki fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturmaları ve herhangi bir model oluşturmamalarının akademik başarılarının, problem çözme becerilerinin ve bilimsel yaratıcılıklarının değişimine olan etkisidir. İkincisi ise farklı süreçlerde model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının bu süreçleri nasıl algılandığına ilişkin değerlendirmeleridir. Ancak daha açık ifade etmek adına bu sürecin fen bilgisi öğretmen adaylarının araştırmanın bağımlı değişkenleri olan akademik başarı, problem çözme ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bu sürece ilişkin deneyimleri olmak üzere alt problemler çerçevesinde sunulmuştur.

5.1.1. 3D Modellerin Akademik Başarıya Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturma ve geleneksel öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarılarına etkisinin incelendiği araştırmanın birinci alt problemine ilişkin bulgulara göre grupların ön testleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Buna göre deneysel işlem öncesi tüm grupların akademik başarılarının benzer olduğu söylenebilir. Fen bilgisi öğretmen adaylarının son test başarı puan ortalamaları incelendiğinde ise yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların puan ortalamalarının, herhangi bir model oluşturmayan (geleneksel öğretim gören) öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bulguya göre üç boyutlu modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış şekilde oluşturulması fark

etmeksizin akademik başarıyı model oluşturmamaya göre daha fazla arttırdığını göstermektedir. Bununla birlikte farklı model oluşturma süreçleri kendi içerisinde karşılaştırıldığında yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturanın akademik başarıyı yapılandırılmış 3D model oluşturmaya göre daha fazla arttırdığı öne sürülebilir. Ayrıca üç boyutlu modellerin, yapılandırılmamış veya yarı-yapılandırılmış şekilde oluşturulmasının öğretmen adaylarının akademik başarıları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur. Kalıcılık testine ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise öğretmen adaylarının üç boyutlu modelleri yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış şekilde oluşturmalarının; yapılandırılmış şekilde oluşturanlara ve herhangi bir model oluşturmaya göre bilgilerin kalıcılığının sağlanmasında daha etkilidir. Üç boyutlu modelleri yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmamış şekilde oluşturma ise bilgilerin kalıcılığının sağlanmasında anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Benzer şekilde yapılandırılmamış 3D model oluşturma ve geleneksel öğretim arasında kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Bugünkü bilgimize göre, alan yazında model oluşturma, hazır model kullanma, geleneksel yaklaşım, bilgisayar destekli öğretim gibi farklı yöntemlerin etkilerini karşılaştıran çalışmalar bulunmakla birlikte bu çalışmada olduğu gibi farklı model oluşturma süreçlerinin akademik başarıya olan etkisini araştıran çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak ilköğretim seviyesinden üniversite seviyesine kadar, konunun fizik, kimya ve biyoloji konusu olması fark etmeksizin model oluşturma geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğunu gösteren birçok çalışma yer almaktadır (Gümüş ve diğerleri, 2008; Sarıkaya, Selvi ve Bora, 2004; Bilal, 2010; Gökçe Şahin, 2008; Malone, 2006; Zeynelgiller, 2006). Bunun dışında yapılandırmacı yaklaşım (Arslan, 2013a; Burkaz, 2012; Ünal Çoban, 2009) ve bilgisayar destekli eğitim (Esendemir, 2014; Güneş ve Çeliker, 2010) ile model oluşturma etkisi karşılaştırıldığında yine model oluşturma daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar yer almaktadır. Bu sonuçlardan farklı olarak sadece Yurdatapan ve Şahin (2013) animasyonların akademik başarıyı arttırmada model oluşturmaya göre daha etkili olduğu sonucu bulunmuştur. Ayrıca hazır modellerin öğretmenler tarafından sunulmasının da akademik başarıyı arttırmada geleneksel yaklaşıma göre daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunması (Morgil, Yılmaz ve Seferoğlu, 2002; Zeynelgiller, 2006; Türker, 2011) eğitim-öğretimde materyal kullanımının önemine dikkat çekmektedir. Lazarowitz ve Naim (2013)

öğrenciler tarafından model oluşturma ve hazır modellerin kullanılmasını karşılaştırıldığı çalışmada akademik başarının model oluşturan öğrenciler lehine olması da yine önemli bir nokta olarak görülmektedir. Ayrıca model oluşturma öğrencilerin bilgiyi kalıcı şekilde yapılandırdıklarını öne süren çalışmalar bulunmakla birlikte (Gobert ve Pallant, 2004; Zeynelgiller, 2006; Ulusoy, 2011); bilginin kalıcılığına etkisinin olmadığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Arslan, 2013b). Ancak bu çalışmaların hiç birisi insanda dolaşım ve sonulum sistemi ile ilgili olmaması nedeni ile bu araştırma sonuçlarının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Fen bilgisi öğretmen adaylarının insanda dolaşım ve solunum sistemine ilişkin kavram yanlışları incelendiğinde literatürde yer alan bazı çalışmalar (Borazan, 2008; Pelaez, Boyd, Rojas ve Hoover, 2005; Yeşilyurt ve Gül, 2012; Özgür, 2013) ile benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Bu çalışma kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik bir çalışma olmadığından ve kavram yanlışlarını belirlemek için daha derinlemesine çalışmalar yapılması gerektiğinden bu çalışmada ortaya çıkan diğer kavramlar yanlış kavramlar olarak ifade edilmiştir. Ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarının iki aşamalı başarı testinde ortaya çıkan kavram yanlışlarının ön testte son test ve kalıcılık testine göre daha fazla olduğu bulunurken; kalıcılık testinde bazı yanlışların devam etmesi literatürle uyumlu olarak (Duit ve Treagust, 1998; Hameed, Haekling ve Garnet, 1993; Osbome ve Freyberg, 1985; Redish ve Steinberg, 1999) kavram yanlışlarının dirençli olduğunu belirtmektedir.

Öğretmen adayları ile yapılan ilişkin görüşmelerden elde edilen bulgulara bakıldığında da model oluşturma katkıları temaları altında yer alan kodlardan özellikle “teorik bilgi öğrenmek”, “eksik bilgileri fark etmek” ve “başarı hissi” kodları akademik başarı ile ilişkilendirilebilir. Bunlardan “yanlış bilgileri fark etmek” ve “başarı hissi” kodları hem yapılandırılmamış hem de yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından birçok kez ifade edilmesine rağmen, yapılandırılmış 3D model oluşturan öğretmen adayları tarafından hiç ifade edilmemesi dikkat çekicidir. Ayrıca bu bulgu yapılandırılmamış 3D model oluşturma akademik başarıya etkisinin yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturmaya göre daha az olduğu yönündeki nicel bulguyu destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Bununla birlikte bütün deney gruplarında bu kodlardan en çok “teorik bilgi öğrenmek”, sonrasında ise “eksik bilgileri fark etmek” kodlarının tekrarlandığı görülmektedir. Ancak burada

yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların, yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara göre “teorik bilgi öğrenmek” ve “eksik bilgileri fark etmek” kodlarını süreçte daha fazla tekrar etmesi yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların kendilerinin daha akademik başarılarının geliştiği yönünde düşüncelerinin olduğu şeklinde yorumlanabilir. Buna ilişkin ise nicel sonuçlara bakıldığında yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar hem son testte hem de kalıcılık testinde daha yüksek puanlar aldıkları görülmektedir. Ayrıca üç boyutlu model oluşturma katkılarının teması altında yer alan “akılda kalıcı” kodu bütün deneysel işlem gruplarında ortak kod olarak bulunmaktadır. Tekrarlanma sıklığına bakıldığında ise en çok yapılandırılmamış 3D model oluşturan grupta tekrarlanmakla birlikte ($f=18$) yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplarda eşit sayıda tekrar edildiği görülmektedir ($f=14$). Öğretmen adaylarının kendi ifadelerinden üretilen bir kod olarak “akılda kalıcı” kodunun varlığı da kalıcılık testinden elde edilen bulguları desteklemek için kullanılabilir.

Akademik başarı değişkenine ilişkin sonuçlar incelendiğinde öğrencilerin sınıf içerisinde aktif olarak model tasarımlarını sağlanarak akademik başarılarının artırılacağı öne sürülebilir. Justi ve van Driel (2005) benzer şekilde öğretmenlerin öğrencileri ile birlikte model oluşturmalarına fırsat sağlanarak hem konuyu öğrenmelerine ve hem de kendi profesyonel gelişmelerine katkıda bulunacağını ileri sürmüşlerdir. Bu araştırma sonuçlarına göre ayrıca öğrencilerin belirli kalıpta (malzeme ve yapılaş belirli) model üretmelerinden çok onların daha fazla düşünmelerine fırsat sağlayarak, akademik başarılarını daha fazla arttıran, yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış olacak şekilde üç boyutlu model oluşturmaları önerilmektedir.

Ayrıca bu araştırmadaki yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçlerinin Herron 1971 (Akt: Dana 2001) tarafından sınıflandırılan laboratuvar öğretiminin açıklık düzeylerine göre gruplandırılmasının benzerliği göz önüne alındığında literatürde yer alan bazı araştırmalarla benzer sonuçlar verdiği görülmektedir. Yapılandırılmamış 3D model oluşturma ile özdeşleştirilebilecek açık uçlu deney tekniği ve/veya yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturma ile özdeşleştirilebilecek yarı-açık uçlu deney tekniğinin akademik başarıyı yapılandırılmış 3D model ile özdeşleştirilebilecek kapalı uçlu deney tekniğine göre daha çok arttırdığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (Babikan, 1971; Hofstein, Shore ve Kipnis, 2004;

Coulter, 1996). Ayrıca Wallace ve diğerkleri (2003) üniversite öğrencileri ile gerçekleştirdiği çalışma sonucunda öğrencilerin kapalı uçlu laboratuarlardan çok açık uçlu laboratuvarları tercih ettikleri bulgusuna ulaşmıştır. Bu bulgulara göre modellerin oluşturulması sürecinde de yapılandırılmamış ve/veya yarı-yapılandırılmış modellerin oluşturulmasının akademik başarıyı arttırmada daha etkili olduğu ileri sürülebilir.

5.1.2. 3D Modellerin Problem Çözme Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturmanın ve geleneksel öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine etkisinin incelendiği araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin bulgulara göre grupların ön testleri açısından anlamlı bir farklılık yoktur. Buna göre deneysel işlem öncesi tüm grupların problem çözme becerileri açısından denk olduğu söylenebilir. Problem çözme becerileri son test puan ortalamaları karşılaştırıldığında ise hem yapılandırılmamış ve hem de yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturmanın fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerilerini geleneksel öğretim gören öğretmen adaylarından istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttırdığı görülmektedir. Frederiksen, White, Gutwill (1999) yaptığı çalışmada bu araştırma ile benzer şekilde model oluşturmanın problem çözme becerilerini geliştirdiğini bulması bu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir. Ayrıca yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç yoktur. Benzer şekilde yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının diğerk herhangi bir deneysel işlem grubu arasında problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı bulunmuştur.

Fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen odak grup görüşmelerinden elde edilen nitel sonuçlara bakıldığında ise üç boyutlu model oluşturmanın katkıları temasında yer alan “problem çözme becerisi” kodunun yapılandırılmamış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ifade edilmesi yukarıda ulaşılan anlamlı farklılıkla ilgili bulguyu desteklemek için direk olarak kullanılabilir. Bununla birlikte yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının üç boyutlu model oluşturmanın katkıları temasında yer alan “eksik bilgileri fark etmek”

kodunu ortak olarak ifade etmeleri problem çözme becerisi ile ilişkilendirilebilir olarak görülmektedir.

5.1.3. 3D Modellerin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine Etkisine İlişkin Sonuç ve Tartışma

Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış, yapılandırılmış 3D model oluşturmanın ve geleneksel öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği araştırmanın üçüncü alt problemine ilişkin bulgulara göre grupların ön testleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmaktadır (Deney 2> Kontrol). Ön testlerdeki anlamlı farklılığın etkisini ortadan kaldırmak için yapılan ANCOVA analizinin sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının ön test puan ortalamalarına göre düzeltilmiş son test ortalama puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur. Ancak deneysel işlem gruplarının düzeltilmiş son test puan ortalamaları ve bu ortalamaların ön test puan ortalamalarına ilişkin fark puanları incelendiğinde en yüksek puanın ve artışın yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan grup lehine olması dikkat çekici bir sonuçtur. Bu bulguya göre fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının geliştirilmesinde üç boyutlu modellerin oluşturulmasının, modellerin oluşturulma süreci fark etmeksizin anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir. Literatürde üç boyutlu model oluşturmanın öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak Arslan (2013a) ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin madde ve ısı ünitesine ilişkin oluşturduğu modellerin öğrencilerin genel olarak yaratıcılığını olumlu yönde etkilediğine ilişkin sonuca ulaşmışlardır. Ayrıca Aktamış ve Ergin (2007)'nin yaptığı çalışma sonuçlarına göre bilimsel yaratıcılık ile bilimsel süreç becerileri arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğu dikkate alınarak modellerin bilimsel süreç becerilerine etkisine araştıran çalışmalar incelenmiştir. Buna göre modellerin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (Türker, 2011; Ünal Çoban 2009; Arslan, 2013b).

Fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirilen odak grup görüşmelerinden elde edilen nitel sonuçlara bakıldığında ise yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların özgünlük teması altında bilimsel yaratıcılık ile ilişkilendirilebilecek kodların ortaya çıktığı görülmektedir. Örneğin “farklı fikirler üretmek” ve “kısa sürede modelleri oluşturmak” her iki grup içerisinde yer alan alt gruplar tarafından üzerinde durulan ortak noktalardandır. Bunun yanı sıra katkıları teması altında yer alan “yaratıcı

düşünmek” kodu da bilimsel yaratıcılık ile ilişkilendirilebilir. Bu kod da yine hem yapılandırılmamış ve hem de yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ortak olarak ifade edilmiştir. Meador (2003)’e göre açık uçlu bilimsel keşfe dayalı uygulamaların öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştireceği düşüncesi bu bulgu ile ilişkilendirilebilir.

Bu araştırmanın nicel sonuçlarına göre fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarının geliştirmede üç boyutlu model oluşturma etkisi istatistiksel olarak bulunmamasına rağmen nitel sonuçlara bakıldığında bilimsel yaratıcılığı olumlu olarak etkileyebilecek verilere rastlanmıştır. Bu nedenle modellerin öğrencilerin ya da öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını nasıl etkilediğine ilişkin yeni ve derinlemesine araştırmalar yapılması önerilmektedir.

5.1.4. Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 3D Modellerin Oluşturulması Süreçlerine İlişkin Görüşleri

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere farklı süreçlerde üç boyutlu model oluşturmaları nedeni ile her bir gruptaki öğretmen adaylarının görüşleri ayrı başlıklar altında verilmiştir.

5.1.4.1. Yapılandırılmamış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri

Yapılandırılmamış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde “karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği”, “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” ve “özgünlük” olmak üzere beş ana tema altında toplandığı görülmektedir.

Karşılaşılan zorluklar temasına bakıldığında alt gruplarda bulunan öğretmen adaylarının bu süreçte en çok “aklındakini uygulamaya dökmek” ve “sistemi doğru çalıştırmak” kodlarını, en az ise “uzun zaman alıcı” kodunu ifade ettikleri görülmektedir. Bunların dışında “malzeme bulmak”, “malzemeleri birleştirmek”, “çok düşündürücü”, “grupça önceden bir araya gelmek”, “yorucu” ve “stresli” kodlarının süreç içerisinde öğretmen adayları tarafından ifade edildiği görülmektedir.

Katkıları temasına bakıldığında en çok “teorik bilgi öğrenmek”, en az ise “deneyim-tecrübe” kodunun ifade edildiği görülmüştür. Bunların dışında “akılda kalıcı”, “eğlenceli ortamda öğrenmek”, “grupla çalışma/ işbirliği”, “eksik bilgileri fark etmek”,

“yanlış bilgileri fark etmek”, “başarı hissi”, “yaparak öğrenmek”, “yaratıcı düşünmek”, “problem çözme becerisi”, “tekrar etmek” ve “el becerisi” kodlarının bu süreçte ifade edildiği bulunmuştur.

Kullanılabilirliği temasına bakıldığında ise “basit malzemeler” kodunun en fazla, “kurulumu zor” kodunun ise en az ifade edildiği görülmektedir. Ayrıca “basit kurulum”, “açık-anlaşılır”, “karmaşık-çelişkili”, “işlevsel”, “laboratuara gerek yok”, “yanlış kavramalara yol açabilir” ve “uygun maliyet” bu tema altında yer alan kodlardandır.

Modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına bakıldığında en çok “daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir”, en az ise “malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir” ve “otomatik olacak şekilde tasarlanabilir” kodlarının yer aldığı bulunmuştur. Bunun dışında “dış görünüş daha estetik olabilir”, “farklı malzemeler eklenebilir” ve “sağlamlaştırılabilir” kodları bu tema altında yer almaktadır.

Modellerin özgünlüğü temasında yer alan kodlara bakıldığında ise en çok “farklı malzemeler kullanmak”, en az ise “aynı malzemeyi farklı amaçla kullanmak” kodunun ifade edildiği görülmektedir. Bunların dışında “kısa sürede oluşturmak”, “bir malzemeyi amacının dışında kullanmak”, hedefe benzer yapıda malzeme seçmek” ve “farklı fikirler üretmek” kodlarının yer aldığı görülmektedir.

Ayrıca uzman ve araştırmacının fen bilgisi öğretmen adayları tarafından oluşturulan modellerin değerlendirmesine ilişkin “Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik” ten elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Buna göre uzman ve araştırmacının verdiği puanlar arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Yani uzman ve araştırmacı modellerin değerlendirilmesine ilişkin benzer düşündükleri söylenebilir. Öğrencilerin değerlendirmeleri ile uzmanların rubriğe ilişkin verdikleri puanlar arasındaki korelasyonlar incelendiğinde ise sadece Defne grubu ve araştırmacı arasında anlamlı, pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur.

Genel olarak değerlendirildiğinde yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının bu süreçte modellerin katkılarına ilişkin görüşlerinin diğer bütün temalara oranla daha fazla olduğu görülmektedir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları bu süreçte zorlandıkları noktaları ifade etmekle birlikte her bir modelin nasıl iyileştirilebileceğine ilişkin önerilerde de bulunmuşlardır.

5.1.4.2. Yarı-Yapılandırılmış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri

Yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde de yapılandırılmamış 3D model oluşturan gruplar gibi beş ana tema altında toplandığı görülmektedir: “karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği”, “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” ve “özgünlük”.

Üç boyutlu modellerin oluşturulmasında karşılaşılan zorluklar temasına bakıldığında fen bilgisi öğretmen adaylarının en çok “çok düşündürücü”, ve “sistemi doğru çalıştırmak”; en az ise “aklındakini uygulamaya dökmek” ve “umutsuzluk hissi” kodlarını tekrar ettikleri görülmektedir. Bunların yanı sıra “yorucu”, “uzun zaman alıcı”, “malzemeleri birleştirmek” ve “sıkıcı” kodlarının bu tema altında süreç içerisinde ifade edildiği görülmüştür.

Katkıları temasına bakıldığında en çok kodun bu tema altında toplandığı görülmekle birlikte süreç içerisinde en fazla bu tema altında yer alan kodlar tekrarlanmıştır. Katkıları teması altında yer alan kodlar incelendiğinde en çok “teorik bilgi öğrenmek”, “akılda kalıcı” ve “eğlenceli ortamda öğrenmek” kodlarının, en az “yaratıcı düşünmek”, “tekrar etmek”, “düşünmeyi öğrenmek” kodlarının belirtildiği görülmektedir. Bunların dışında “grupla çalışma”, “yaparak öğrenmek”, “eksik bilgileri fark etmek”, “başarı hissi”, “yanlış bilgileri fark etmek”, “özgüven gelişimi”, “neyi bildiğini fark etmek”, “el becerisi ve “tecrübe” kodları bu tema içerisinde yer alan kodlardandır.

Kullanılabilirliği teması altında yer alan kodlar incelendiğinde ise “basit malzemeler” kodunun en fazla, “kurulumu zor” ve “laboratuara gerek yok kodlarının en az ifade edildiği görülmektedir. Ayrıca “açık-anlaşılır”, “işlevsel”, yanlış kavramlara yol açabilir”, “karmaşık-çelişkili” ve “basit kurulum” kodlarının bu süreçte ifade edildiği görülmektedir.

Üç boyutlu modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler teması altında yer alan kodlar incelendiğinde en çok “farklı malzemeler eklenebilir”, en az ise “sağlamlaştırılabilir” kodunun tekrarlandığı görülmektedir. Bu kodların yanı sıra “gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir”, “kullanımı kolay malzemeler seçilebilir”, “dış görünüş daha estetik olabilir” ve “malzemeler şeffaf olabilir” kodlarının yer aldığı görülmektedir.

Özgünlük teması altında yer alan kodlar incelendiğinde “farklı fikirler üretmek” en fazla, “malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak” ve “kısa sürede oluşturmak” kodlarının en az tekrarlandığı görülmektedir. Ayrıca “malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek”, “diğer gruplardan farklı yapmak” kodlarının öğretmen adayları tarafından modelin özgün olarak değerlendirilmesini sağlayan kodlar olarak bu tema içerisinde yer almıştır.

Ayrıca uzman ve araştırmacının yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt grupların süreç sonunda ürettikleri modellere ilişkin “Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Hazırlanan Rubrik” kullanılarak elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Buna göre uzman ve araştırmacının verdiği puanlar arasında anlamlı ve pozitif yönlü ilişkiler bulunmuştur. Yani uzman ve araştırmacı yarı-yapılandırılmış 3D modellerin değerlendirilmesine ilişkin benzer kanıya sahip oldukları söylenebilir. Öğrencilerin değerlendirmeleri ile uzmanların rubriğe ilişkin verdikleri puanlar arasındaki korelasyonlar incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Genel olarak bakıldığında yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmamış 3D model oluşturan alt gruplara benzer şekilde en çok sürecin katkılarına ilişkin görüş bildirmiş ve bu görüşleri süreç içerisinde tekrar tekrar ifade etmişlerdir. Bunu yanı sıra modelleri oluştururken zorlandıkları noktaları ifade etmişler ve verilen malzemeler ile oluşturdukları modellerin nasıl daha iyi hale getirilebileceğine ilişkin önerilerde bulunmuşlardır. Oluşturdukları modellerin hangi kısımlarının ya da yönlerinin özgün olduğunu belirtmeleri de onlara göre yaratıcılığın neleri kapsadığına ilişkin bir algı oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

5.1.4.3. Yapılandırılmış 3D Model Oluşturan Alt Grupların Görüşleri

Yapılandırılmış 3D model oluşturan alt grupların görüşleri incelendiğinde dört ana tema altında toplandığı görülmektedir: “karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği” ve “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler”. Yani yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplardan farklı olarak bu gruptaki öğretmen adayları “özgünlük” teması altında yer alabilecek herhangi bir görüş belirtmemişlerdir. Karşılaşılan zorluklar teması altındaki kodlar incelendiğinde yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara göre daha az kodun bulunduğu görülmektedir. Burada en fazla “malzemeleri birleştirmek”, en az ise “yorucu” kodunun

yer aldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra “malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek” ve “sıkıcı” kodları bu tema altında yer alan kodlardır. Yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplarda malzemelerle birlikte modellerin nasıl oluşturulacağına ilişkin düzenekleri resimli olarak açıklayan yapılaş şemaları bulunmasına rağmen öğretmen adaylarının yukarıda belirtilen noktalarda zorluk yaşadıkları söylenebilir. Ancak yapılandırılmış, yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan grupların bu tema altındaki kodların sayısı ve sıklığı karşılaştırıldığında bu gruptaki öğretmen adaylarının en az görüş bildirdikleri görülmektedir.

Katkıları temasına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri incelendiğinde en çok “teorik bilgi öğrenmek”, en az ise “deneyim-tecrübe” kodunu tekrarladıkları görülmüştür. Ayrıca “akılda kalıcı”, “eğlenceli ortamda öğrenmek”, “eksik bilgileri fark etmek”, “merak uyandırıcı”, “yaparak öğrenmek” ve “tekrar etmek” kodlarını ifade ettikleri görülmektedir.

Kullanılabilirliğine ilişkin görüşleri incelendiğinde en çok “basit malzemeler”, en az ise “uygun maliyet” kodlarını tekrar ettikleri görülmektedir. Bu kodların yanı sıra “açık-anlaşılır”, yanlış kavramalara yol açabilir”, “işlevsel”, “karmaşık-çelişkili” ve “basit kurulum” katkıları teması içerisinde yer alan kodlardandır. Burada modellerin kullanılabilirliğine ilişkin olumlu yönlerin öğretmen adayları tarafından vurgulanmasına rağmen, yanlış kavramalara yol açabilir ve karmaşık kodlarının da sıklık frekansının yüksek olması modelleri kullanırken dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca öğretmen adayları tarafından bulgular kısmında ifade edilen örnek yanlış kavramalar dikkate alınarak modellerin daha etkili bir şekilde kullanılması sağlanabilir. Son olarak öğretmen adaylarının bu modellerin nasıl iyileştirilebileceğine ilişkin alternatif fikirleri incelendiğinde en çok “faklı malzemeler eklenebilir” ve “sağlamlaştırılabilir” kodlarının, en az ise “malzemeler şeffaf olabilir” ve “malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir” kodlarının tekrarlandığı görülmektedir. Bu kodların dışında “malzemeler isimlendirilebilir” kodu bu tema içerisinde yer almaktadır. Burada dikkat çekici bir nokta ise yapılandırılmış 3D model oluşturan alt grupların yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara nazaran daha az sayıda ve sıklıkta fikir ileri sürmeleridir. Buna göre bu gruptaki öğretmen adaylarının modellerin iyileştirilmesine yönelik daha az düşündükleri ileri sürülebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde ise yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara benzer şekilde üç boyutları oluşturmanın olumlu yönleri ve oluşturmada ya da kullanımında sıkıntı yaşanabilecek durumlar olduğu ifade edilmiştir.

5.1.4.4. 3D Modellerin Oluşturulması Süreçlerine İlişkin Görüşlerin Karşılaştırılması

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere farklı süreçlerde üç boyutlu model oluşturmalarına ilişkin görüşlerinin belirlenmesi için bu gruplarda yer alan alt gruplarla odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Odak grup görüşmelerinin sonuçlarına göre bütün bu gruplarda üç boyutlu modellerin oluşturulması sürecinde ortak olarak “karşılaşılan zorluklar”, “katkıları”, “kullanılabilirliği” ve “iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler” olmak üzere dört ana tema ortaya çıkmıştır. Bunun dışında yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar arasında ortak olarak “özgünlük” temasının ortaya çıktığı görülmektedir.

Sırası ile temalarda yer alan kodlar grup bazında incelendiğinde; Zorlukları teması altında tüm gruplar tarafından “malzemeleri birleştirmek” ve “yorucu” kodunun ortak olduğu görülmektedir. Sadece yapılandırılmamış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “stresli”, “malzeme bulmak” ve “grupça önceden bir araya gelmek” kodlarının; sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “umutsuzluk hissi” kodunun; sadece yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ise “malzemelerin neyi temsil ettiğini belirlemek” kodunun ifade edildiği görülmektedir. Bunun yanı sıra yapılandırılmış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ortak olarak “sıkıcı” koduna ve yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ise ortak olarak “çok düşündürücü”, “aklıdakini uygulamaya dökmek”, “uzun zaman alıcı” ve “sistemi doğru çalıştırmak” kodlarının ifade edildiği görülmektedir. Yapılandırılmamış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak ifade edilen bir koda ise rastlanmamıştır.

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 yapılandırılmamış, yarı-

yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Sadece yapılandırılmamış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “problem çözme becerisi” kodunun; sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “özgüven gelişimi”, “neyi bildiğini fark etmek” ve “düşünmeyi öğrenmek” kodlarının; sadece yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “merak uyandırıcı” kodunun ifade edildiği görülmektedir. Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ortak olarak ise “başarı hissi”, “yanlış bilgileri fark etmek”, “grupla çalışmak”, “el becerisi” ve “yaratıcı düşünmek” kodlarının ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Bunun dışında yapılandırılmış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar ile yapılandırılmamış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar arasında ortak olarak ifade edilen koda rastlanmamıştır.

Kullanılabilirliği teması içerisinde yer alan kodlar incelendiğinde “açık-anlaşılır”, “basit kurulum”, “basit malzemeler”, “işlevsel”, “karmaşık-çelişkili” ve “yanlış kavramalara yol açabilir” kodlarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Yapılandırılmamış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak “uygun maliyet” kodunun; yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmamış 3D 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.

Üç boyutlu modellerin iyileştirilmesine ilişkin alternatif fikirler temasına ilişkin kodlar incelendiğinde “farklı malzemeler eklenebilir” ve “sağlamlaştırılabilir” kodlarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Sadece yapılandırılmamış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “daha farklı malzemeler ile oluşturulabilir” ve “otomatik olacak şekilde tasarlanabilir” kodlarının; sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplar tarafından “gerçeğine daha benzer şekilde oluşturulabilir” ve “kullanımı kolay malzemeler seçilebilir” kodlarının; sadece yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ise “malzemeler isimlendirilebilir” kodunun ifade edildiği görülmektedir. Yapılandırılmış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt

gruplar tarafından “malzemeler şeffaf olabilir” kodunun ortak olarak ifade edildiği görülürken; yapılandırılmamış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “malzeme seçiminde teorik bilgiye dikkat edilebilir” kodunun ortak olarak ifade edildiği görülmektedir. Ayrıca yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından “dış görünüş daha estetik olabilir” kodu ortak olarak ifade edilmiştir.

Yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ortak olarak ifade edilen özgünlüğü teması altındaki kodlar incelendiğinde “farklı fikirler üretmek” ve “kısa sürede oluşturmak” kodlarının 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 3D model oluşturan alt gruplar tarafından ifade edildiği görülmüştür. Benzer şekilde “malzemeyi doğru çalışacak şekilde yerleştirmek”, “diğer gruplardan farklı yapmak” ve “malzemenin farklılığını dikkate alarak kullanmak” kodlarının sadece yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan alt gruplara özgü olduğu görülmektedir.

5.2. Öneriler

Fen bilgisi öğretmen adaylarının yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçlerinin insanda dolaşım ve solunum sistemine yönelik akademik başarı, problem çözme becerisi, bilimsel yaratıcılıklarının incelendiği ve bu süreçlere ilişkin öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirildiği bu araştırma sonuçlarına göre bundan sonra yapılacak araştırmalara ilişkin önerileri öğretim elemanlarına ve araştırmacılara yönelik olacak şekilde maddeler halinde sunulmuştur.

5.2.1. Öğretim Elemanlarına Yönelik Öneriler

- Uluslar arası literatür incelendiğinde son yıllarda modelleme ve fen (Science), teknoloji (Technology), mühendislik (Engineering) ve matematik (Mathematics) STEM uygulamalarının ilişkilendiren çalışmaların yer alması (Wojnowski ve Pea, 2014) nedeni ile model oluşturma süreçlerinde STEM uygulamalarının entegrasyonu yapılabilir.

- NGSS’de modellerin eğitim öğretim ortamlarında kullanılması vurgulanması (NRC, 2012), araştırmacı-sorgulamacı ve yaparak öğrenen bireylerin fen programınca yetiştirilmek istenmesi (MEB, 2013) ve üç boyutlu modellerin kullanımının öğrencileri olumlu olarak etkilediğini belirten yeni çalışmalar göz önüne alınarak öğretmen yetiştirme programlarının içerisinde modellere daha fazla önem verilmelidir. Bu sebeple belirli derslerin içerisine entegrasyonu sağlanabileceği gibi ayrı bir ders olarak da gönüllü olan öğretmen adayları ile çeşitli modeller geliştirmeye yönelik uygulamalar yapılabilir. Bu doğrultuda mevcut fen bilgisi öğretmenliği lisans programının ders içeriklerine modellerin nasıl dahil edilebileceğine ilişkin öneriler Tablo 5.1’de sunulmuştur.

Tablo5.1. Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı Ders İçeriklerine İlişkin Öneriler

Dersin adı	Ders içeriklerinde nasıl yer verilebilir?
Genel Kimya I ve II Genel Fizik I ve II	Öğretmen adaylarının bu dersleri alırken herhangi bir biyolojik sistem, kimyasal yapı ve fiziksel yapının çalışmasına yönelik en yoğun bilgi kazanımı bu dönemde olacağı için üç boyutlu modeller kullanılacak şekilde uygulamalar yapılabilir. Bunun onlara düşünsel açıdan zenginlik katacağı düşünülmektedir.
Genel Biyoloji I ve II	NGSS’deki değişen standartlar göz önüne alınarak bu dersin içerisine entegrasyonu yapılabilir. Böylelikle üç boyutlu modellere daha fazla önem verilerek örnek uygulamaların nasıl yapılabileceği üzerinde durulabilir.
Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı	Öğretmen adayları belirlenen konulara ilişkin örnek üç boyutlu modeller tasarlanabilirler.
Fen Öğretimi Lab. Uygulamaları I ve II	Üç boyutlu modeller üretmek zaman, emek ve gönüllülük gerektirdiğinden 7. Yarıyıl içerisinde isteyen öğretmen adaylarının seçebileceği bir ders açılarak ilköğretimde kullanılacak üç boyutlu modeller geliştirilebilir.
Seçmeli Ders	“Fen Öğretimi Lab. Uygulamaları I ve II” ve “Seçmeli Ders” kapsamında öğretmen adayları tarafından oluşturulan üç boyutlu modellerin ilköğretim seviyelerinde uygulanarak öğrenciler ve öğretmenlerin görüşleri alınabilir. Alınan görüşler doğrultusunda modellerin iyileştirmesine yönelik çalışmalar yapılabilir.

Tablo 5.1 de yer almayan İnsan Biyolojisi ve Anatomisi gibi teorik derslerin içerisine bir saat uygulama saati eklenebilir.

- Bu araştırmada yaşanan sıkıntılardan bir tanesi de modelleri oluşturmak için birbirine uyumlu malzemelerin bulunması aşamasıdır. Bu nedenle mühendislik fakültelerinde bulunan öğrenciler ve öğretim elemanları ile ortak bir çalışma ortamı planlanarak, eğitim öğretim ortamlarında işlevsel olarak kullanılacak üç boyutlu modellerin üretilmesinde gerekli/uygun malzemelerin üretilmesi bakımından destek alınabilir.

5.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Bu araştırmada oluşturulan üç boyutlu modeller yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere üç farklı süreç içerisinde oluşturulmuştur. Araştırmanın sonuçlarından yola çıkarak eğitim öğretim ortamlarında modellerin oluşturulması süreçlerinde yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulmasından çok yapılandırılmamış ve yarı yapılandırılmış şekilde modellerin oluşturulması önerilmektedir.
- Yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturma süreçlerinin akademik başarı, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi daha uzun soluklu araştırmalar planlanarak yapılabilir.
- Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturulan ortamların katılımcıların farklı bilgi kaynaklarına erişmelerine, araştırma yapmalarına imkân sağlayacak ortamlarda yürütülmesi önerilmektedir.
- Bu araştırma ikinci sınıf fen bilgisi öğretmen adayları ile insanda dolaşım ve solunum sistemi ünitesinde yer alan belli kavramlara yönelik oluşturulan üç boyutlu modelleri kapsamaktadır. Yeni araştırmalar farklı konular üzerinde gerçekleştirilebilir.
- İlköğretim, ortaöğretim ve lise seviyelerinde de modellerin yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış olmak üzere farklı süreçlerde oluşturulması sağlanarak araştırma sonuçlarının diğer seviyelerdeki sonuçları ile kıyaslaması yapılabilir.
- Yürütülen bu araştırmada insanda dolaşım ve solunum sistemi ünitesinde yer alan altı ayrı kavrama yönelik üç boyutlu modeller oluşturulmuştur. Bundan sonraki araştırmalar tek bir modelin oluşturulması ve süreç içerisinde eksikliklerinin görülerek giderilmesi şeklinde bir döngü içerisinde gerçekleştirilebilir.
- Araştırmanın nitel kısmı veri çeşitliliği sağlamak adına yapılandırılmamış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmış 3D model oluşturan bütün alt gruplar ile gerçekleştirilmiştir. Ancak bu, nitel verilerin çözümlenmesi sürecinde ekstra zamana ihtiyaç duyulmasına sebep olmuştur. Bu konu üzerinde araştırma yapacak araştırmacıların bunu dikkate alması önerilmektedir.

- Araştırmada araştırılan bağımlı değişkenler fen bilgisi öğretmen adaylarının akademik başarı, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarıdır. Bundan sonraki araştırmalar nitel veri çözümlmelerinden yola çıkılarak özellikle bireylerin neyi ne kadar bilip bilmediklerini araştıran üst biliş ve ayrıca bilimsel süreç becerileri gibi farklı öğrenme ürünlerine yönelik değişkenler temel alınarak yapılabilir. Ayrıca bu süreçlerdeki disiplinler arası ilişkilerin araştırılması önerilmektedir.
- Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturacak araştırmalarda bu süreçlerin yoğun düşünmeyi gerektirmesi nedeni ile ders saatlerine ve ilgili dersten sonra hangi dersin olduğuna dikkat edilmesi önerilmektedir.
- Araştırmalarında video kaydı ile veri toplayacak araştırmacıların çıkabilecek aksaklıklara karşı yedek kamera bulundurması önerilmekle birlikte ortamın ses düzen açısından uygunluğu önceden deneme yapılarak belirlenmesi önerilmektedir. Benzer şekilde görüşme ile veri toplanması planlanan araştırmalarda katılımcıların izni alınarak görüntülerinin de alınması verilerin daha kolay çözümlenmesi açısından göz önünde bulundurulabilir.
- Yapılandırılmamış 3D model oluşturan öğretmen adaylarının genel olarak aynı malzemeler üzerine odaklanılarak modelleri oluşturdukları gözlenmiştir. Bu nedenle çalışma grubuna bağlı olarak öğrencilere, öğretmen adaylarına ya da öğretmenlere malzemelerin farklı kullanımına yönelik örnekler gösterilebilir.
- Öğretmenlere hizmet içi kurslar verilerek üç boyutlu modellerin eğitim-öğretim ortamlarında nasıl etkili kullanılabileceğine yönelik bilgilendirme yapılabilir.
- Yapılandırılmamış 3D model oluşturulacak ortamlarda modelin oluşturulması esnasında farklı malzemenin o an katılımcıların aklına gelebileceği baz alınarak malzeme almak için izin istenildiğinde esnek davranılması önerilmektedir. İlköğretim seviyesinde ise bu sorun modelin oluşturulması süreçlerinin bir ders saati içerisinde gerçekleştirilmesinden çok farklı günlerde yapılabileceği düşünülmektedir.
- Yarı-yapılandırılmış 3D model oluşturan grupta yer alan öğretmen adayları tarafından bu süreçte en çok oluşturdukları ürünün doğru mu olduğuna yönelik sorular sorulduğu belirlenmiştir. Bu nedenle bundan sonraki araştırmalarda tek bir doğrunun olmadığı üzerine vurgulamanın yapılması önerilmektedir.

- Üç boyutlu modellerin oluşturulmasına ilişkin yapılan uygulamalar bir kitapçık haline getirilerek öğretmenlerin sıklıkla sorduğu “NGSS’de yer alan standartları öğretmemde yardımcı olacak materyaller nerede?” sorusuna (Bybee, 2013) yönelik bir başvuru kaynağı oluşturulabilir. Bu kaynak kitapçıklar uygulamanın nasıl olabileceğine yönelik bilgilerin dışında üç boyutlu modellerin oluşturulmasına yönelik malzemeleri içerecek şekilde zenginleştirilebilir.

KAYNAKLAR

- Achieve Inc. 2013. *Next generation science standards*. www.nextgenscience.org/next-generation-sciencestandards.
- Açıkgöz, K. Ü. (2003). *Etkili Öğrenme ve Öğretme* (4. basım). İzmir: Eğitim Dünyası Yayınları.
- Adair, J. (2000). *Karar Verme ve Problem Çözme*. (Çev: N. Kalaycı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Akay, H. (2006). *Problem Kurma Yaklaşımı ile Yapılan Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarısı, Problem Çözme Becerisi ve Yaratıcılığı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2006). Fen Eğitim ve Yaratıcılık. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 77–83.
- Aktamış, H. ve Ergin, Ö. (2007). Bilimsel Süreç Becerileri ile Bilimsel Yaratıcılık Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(33).
- Aldağ, H. (2005). *Düşünme Aracı Olarak Metinsel ve Metinsel-Grafiksel Tartışma Yazılımının Tartışma Becerilerinin Geliştirilmesine Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Ali, Hukamdad, Akhter, A., ve Khan, A. (2010). Effect of Using Problem Solving Method in Teaching Mathematics on the Achievement of Mathematics Students, *Asian Social Science*, 6(2), 67-7.
- Alkhaldeh, S. (2007). Facilitating Conceptual Change in Ninth Grade Students' Understanding of Human Circulatory System Concepts. *Research in Science and Technological Education*, 25, 371-385.
- Allison, D. J. ve Allison, P. A. (1993). Both Ends of a Telescope: Experience and Expertise in Principal Problem Solving. *Educational Administration Quarterly*, 29(3), 302-322.
- Altun, M. (2000). *İlköğretimde Problem Çözme Öğretimi*. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları:3526, Sayı:147, Ankara.
- Altun, M. (2005). *İlköğretim İkinci Kademedeki (6, 7 ve 8. sınıflarda) Matematik Öğretimi* (4. baskı). Bursa: Alfa Akademi.
- Altun, M. (2008). *Eğitim Fakülteleri ve İlköğretim Öğretmenleri için Matematik Öğretimi*. İstanbul: Alfa Yayınları.
- Archieve Inc. (2013). Next Generation science standarts. www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards.
- Arnaudin, M. W. ve Mintzes, J. J. (1985). Students' Alternative Conceptions of the Human Circulatory System: A Cross-Age Study. *Science Education*, 69(5), 721-733.

- Arslan, A. (2013a). *Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin İlköğretim Öğrencilerinin Anlama, Hatırda Tutma, Yaratıcılık Düzeyleri ile Zihinsel Modelleri Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Arslan, A. (2013b). *Araştırma-Sorgulama ve Model Tabanlı Araştırma -Sorgulama Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerinin ve Kavramsal Değişim Süreçlerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arslan, M. (2007). Constructivist Approaches in Education. *Ankara University, Journal of Faculty of Educational Sciences*, 40(1), 41-61.
- Aslan, Z. ve Doğdu, S. (1993). *Eğitim Teknolojisi Uygulamaları Araç-Gereçleri*, Tekışık Ofset, Ankara.
- Aşçı, Z., Özkan, Ş. ve Tekkaya, C. (2001). Students' Misconceptions About Respiration. *Eğitim ve Bilim*, 26(120), 29-39.
- Augustine, N. R. (2005). Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future. *Retrieved March, 19, 2008*.
- Aydede, M. N. ve Matyar, F. (2008). Aktif Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Fen Bilgisi Dersine Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi. *Journal of the Cukurova University Institute of Social Sciences*, 17(3), 17-28.
- Azar, A. (2001). Üniversite Öğrencilerinin Elektrik Konusundaki Kavram Yanılgılarının Analizi. *Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu Bildirileri*, Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Babıkan, Y. (1971). An Empirical Investigation to Determine the Relative Effectiveness of Discovery, Laboratory, and Expository Methods of Teaching Science Concepts, *Journal of Research in Science Teaching*, 8(3), 201-209.
- Baer, J. (1998). The Case for Domain Specificity of Creativity. *Creativity Research Journal*, 11, 173-177.
- Bahar, M., Johnstone, A. H. ve Hansell, M. H. (1999). Revisiting Learning Difficulties in Biology. *Journal of Biological Education*, 33, 84-86.
- Bailer-Jones, D. M. (2002). Scientists' Thoughts On Scientific Models. *Perspectives on Science*, 10(3), 275-301.
- Balcı, A. (2011). *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntem, Teknik ve İlkeler*. Ankara: Pegem Akademi.
- Barber, J. (2011). *Teaching About How Scientists Use Models Wity Planetary Scientist*. University of California, Delta Education.
- Barbour, R. S. ve Kitinger, J. (Eds.). (2001). *Developing Focus Group Research: Politics, Theory, and Practice*. London: SAGE.
- Baykul, Y. (2004). *İlköğretimde Matematik Öğretimi (6-8. sınıflar için)*, Ankara, Pegem A Yayıncılık.

- Berber, N. C. ve Güzel, H. (2008). Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının Modellerin Bilim ve Fendeki Rolüne ve Amacına İlişkin Algıları. *Selçuk University Social Sciences Institute Journal*, (21).
- Berber, N. ve Güzel, H. (2006). Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının Modellerin Bilim Ve Fendeki Rolüne ve Amacına İlişkin Algıları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 87-97.
- Bergman, M. M. (Ed.). (2008). *Advances in Mixed Methods Research: Theories and Applications*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Bilal, E. (2010). *Elektrik Konusunun Modelleme Yoluyla Öğretiminin Kavramsal Anlama, Akademik Başarı ve Epistemolojik İnançlara Etkisi*. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Bingham, A. (1998). *Çocuklarda Problem Çözme Yeteneklerinin Geliştirilmesi*, (Çev. A. F. Oğuzhan), İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Boğdan, R. C. ve Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Boo, H. K. ve Watson, J. R. (2001). Progression in High School Students' (Aged 16-18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. *Science Education*, 85, 568-585.
- Borazan, İ. (2008). *Kavram Yanılgısı ve Çoklu Zeka Alanlarının Geliştirilmesine Dayalı Bir Öğretimin Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisinin İncelenmesi Dolaşım Sistemi Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Bozdoğan, A. E. ve Yalçın, N. (2004). İlköğretim fen bilgisi derslerindeki deneylerin yapılma sıklığı ve fizik deneylerinde karşılaşılan sorunlar. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 59-70.
- Bozkurt, O. (2010). (Edt). *Genel Biyoloji*. Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Brewe, E. (2008). Modeling Theory Applied: Modeling Instruction in Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 76(12), 1155–1160.
- Brewe, E., Sawtelle, V. ve Pamelai P. (2007). Impacts of Real-Time Data Collection on Introductory Algebra-Based Physics. <http://arxiv.org/abs/0709.2738>.
- Burkaz, S. (2012). *Fen ve Teknoloji Öğretiminde Üç Boyutlu Modellerin Yapılandırıcı Öğrenme Ortamında Kullanımı*. Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı*. 7. Baskı, Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş. (2009). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni, SPSS Uygulamaları ve Yorum* (9. baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, E.A., Karadeniz Ş. ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (11. Baskı). Ankara: Pegem Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayınları

- Bybee, R. W. (2013). The Next Generation Science Standards and the Life Sciences. *The Science Teacher*, 80(2), 25-32.
- Campbell, N. A. ve Reece J. B. (2008). *Biyoloji*. (Çeviri Editörleri: Gündüz, E., Demirsoy A., Türkan İ.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Carin, A. (1993). *Teaching Science Through Discovery U.S.A.* New York: Macmillan Publishing Company.
- Cartier, J., Rudolph, J. ve Stewart, J. (2001). *The Nature and Structure of Scientific Models*. National Center for Improving Student Learning and Achievement in Mathematics and Science.
- Charles, R. T. ve Lester, F. K. (1982). *Teaching Problem Solving: What, Why, How*. Palo Alto, CA: Dale Seymour Publications.
- Chen, C. C., Lin, H. S., ve Lin, M.L. (2002). Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students' understanding-the formation of images by a plane mirror. *Proceedings of the National Science Council*, 12(3), 106-121.
- Chi, M. T. ve Glaser, R. (1985). *Problem Solving Ability*. In R. J. Sternberg (Ed.), *Human abilities: An information processing approach* (s. 227-250). San Francisco: Freeman.
- Chin, C. ve Chia, L. (2004). Problem-Based Learning: Using Students' Questions to Drive Knowledge Eonstruction. *Science Education*, 88(5), 707-727.
- Chittleborough, G. D., Treagust, D. F., Mamiala, T. L. ve Mocerino, M. (2005). Students' Perceptions of the Role of Models in the Process of Science and in The Process of Learning. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 195-212.
- Choe, I. S. (2006). *Creativity—A sudden Rising Star In Korea*. In J. C. K. Kaufman & R. J. Sternberg (Eds.), *The international handbook of creativity* (pp. 395–420). New York: Cambridge University Press.
- Cimer, A. (2012). What Makes Biology Learning Difficult and Effective: Students' Views? *Educational Research and Reviews*, 7(3), 61-71.
- Clement, J. J. (2004). Imagistic Processes in Analogical Reasoning: Conserving Transformations and Dual Simulations. *Proceedings of the Twenty-Sixth Annual Conference of the Cognitive Science Society*. <http://srri.umass.edu/files/clement-2004ipa.pdf>.
- Clement, J. J. (2008). *Creative Model Construction in Scientists and Students: The Role of Imagery, Analogy, and Mental Simulation*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Clement, J. J. ve Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model-Based Learning and Instruction in Science*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Cohen, L. ve Manion, L. (1997). *Research Methods in Education* (4th Ed). London: Routledge.

- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). New York: Routledge.
- Coll, R. K., France, B. ve Taylor, I. (2005). The Role of Models and Analogies in Science Education: Implications From Research. *International Journal of Science Education*, 37(2), 183-198.
- Colton, S. ve Steel, G. (1999). Artificial Intelligence and Scientific Creativity. *Artificial Intelligence and the Study of Behaviour Quarterly*, 102.
- Cooper, T. (1986). *Problem Solving*. Queensland: Mathematics Education, Brisbane College of Advanced Education.
- Coulter, J. C. (1966). The effectiveness of inductive laboratory, inductive demonstration, and deductive laboratory in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 4(3), 185-186.
- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications.
- Creswell J. W. (2007). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Traditions* (Second Edition), London: Sage.
- Creswell, J. W. (2006). *Understanding Mixed Methods Research*, (Chapter 1). Available at: http://www.sagepub.com/upm-data/10981_Chapter_1.pdf.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, Quantitative And Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. ve Plano-Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. ve Plano-Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L. ve Hanson, W. E. (2003). *Advanced Mixed Methods Research Designs. Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 209-240.
- Çakmak, M. (2003). Matematik derslerinde problem çözme yaklaşımının değerlendirilmesi. *Matematikçiler Derneği Bilim Köşesi*. www.matder.org.tr.
- Çepni, S. (2005). *Fen ve Teknoloji Öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayınları.
- Çepni, S., Ayvacı, H., Ş., ve Bacanak, A. (2006). *Fen Teknoloji Toplum* (3. Baskı). 40-44-45. Trabzon. Celepler Matbaacılık.
- Çilenti, K. (1984). *Eğitim Teknolojisi ve Öğretim*. Ankara: Kadioğlu Matbaası.
- Çobanoğlu, E. O., ve Bektaş, H. (2012). Kavramsal Değişim Metinlerinin İlköğretim 6. Sınıf Öğrencilerinin Dolaşım Sistemi Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesine Etkisi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.

- Çokadar, H. (2012). Photosynthesis and Respiration Processes: Prospective Teachers' Conception Levels Fotosentez ve Solunum Süreçleri: Öğretmen Adaylarının Anlama Düzeyleri. *Education*, 37(164).
- Çokluk, Ö., Yılmaz, K. ve Oguz, E. (2011). Nitel bir görüşme yöntemi: Odak grup görüşmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 4(1), 95-107.
- Dana, L. (2001). *Abstract of Dissertation Submitted to the Faculty of the Graduate Collage of Education in Partial Fulfillment of the Requirements*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Massachusetts Lowell.
- Darden, L. (1991). *Theory Change in Science: Strategies from Mendelian Genetics*. New York: Oxford University Press.
- de Grave, W. S., Schmidt, H. G. ve Boshuizen, H. P. (2001). Effects of Problem-Based Discussion on Studying a Subsequent Text: A Randomized Trial Among First Year Medical Students. *Instructional Science*, 29(1), 33-44.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Deniş, H., ve Balım, A. G. (2012). Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğinin Türkçeye Uyarlama Süreci ve Değerlendirme Ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-21.
- Devetak, I., Hajzeri, M., Glažar, A. S. ve Vogrinec, J. (2010). The Influence of Different Models on 15-Years Old Students' Understanding of the Solid State of Matter. *Acta Chimica Slovenica*, 57, 904-511.
- Dindar, H. (1995). *Orta Öğretim Kurumlarında Biyoloji Öğretiminin Yapı ve Sorunları*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Dindar, H. ve Taneri, A. (2011). MEB'in 1968, 1992, 2000 ve 2004 Yıllarında Geliştirdiği Fen Programlarının Amaç, Kavram ve Etkinlik Yönünden Karşılaştırılması, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(2), 363-378.
- Doğan, N. (2010). The Effect of Computer-Assisted Statistics Instruction on Achievements and Attitudes Toward Statistics. *Education and Science*, 34(154), 3-16
- Duit, R. ve Treagust, D. F. (1998). *Learning in Science-From Behaviourism Towards Social Constructivism and Beyond*. International Handbook of Science Education, 3-25.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde Araştırma Yöntem ve Metotlarına Giriş*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Elias, M.J. (2003). Academic and Social-Emotional Learning. International Academy Of Education (IAE) Educational Practices Series-11. http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/EducationalPracticesSeriesPdf/prac11e.pdf, Retrieved on: 07.01.2013.

- Erden, M., ve Akınan, Y. (1995). *Eğitim Psikolojisi: Gelişim, Öğrenme, Öğretme*. Ankara: Arkadaş Yayınları.
- Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı Akademik Unvanlara Sahip Fen Öğretmenlerinin Branşlara Göre Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşleri. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 142-159.
- Eroğlu, S. (2006). *Görsel ve İşitsel Materyal Kullanımının Ortaöğretim 3. Sınıf Öğrencilerinin Biyoteknoloji İle İlgili Kavramları Öğrenmeleri Ve Tutumları Üzerine Etkisi*. Gazi Üniversitesi: Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Esendemir, G. (2014). *Modelleme ve Bilgisayar Animasyonları Destekli Sosyal Yapılandırıcı Yaklaşımın İnsan Üreme Sistemini Anlamaya Etkisi*. Doktora tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Falk, A. ve Brodsky, L. (2013). Teacher's Toolkit: Scientific Explanations and Arguments: Understanding Their Nature Through Historical Examples. *Science Scope*, 37(3), 10-18.
- Florida, R. (2005). *The Flight of the Creative Class*. New York: Harper Collins.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. ve Hyun, H. H. (2011). *Validity and Reliability, How to Design and Evaluate Research in Science Education* (Eighth Edition), Published by Mc Graw –Hill Companies.
- Frankel, J. R. ve Wallen, N. E. (2005). *How to Design and Evaluate Research in Education*. (6th ed). USA: New York: McGraw-Hill International Edition.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y. ve Gutwill, J. (1999). Dynamic Mental Models in Learning Science: The Importance Of Constructing Derivational Linkages Among Models. *Journal Of Reserach in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Friedman, T. L. (2006). *The world is flat: A Brief History of the Twenty-First Century*. Rev. ed. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Geban, Ö., Uzuntiryaki, E., Akçay, H., Kılıç, S. ve Alpat, Ş. (1998). Kavram Haritalama Ve Benzeşme Yöntemiyle "Mol Kavramı" Öğretimi. D.E.U. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Gelbal, S. (1991). *Problem Çözme Becerisinin Öğretimle Geliştirilmesi*. Eğitimde Arayışlar 1. Sempozyumu, Eğitimde Nitelik Geliştirme. İstanbul: Özel Kültür Yayınları.
- Getzels, J. W. ve Csikszentmihalyi, M. (1967). Scientific Creativity. *Science Journal*, 3(9), 80-84.
- Ghassib, H. B. (2010). Where Does Creativity Fit into a Productivist Industrial Model of Knowledge Production? *Gifted & Talented International*, 25(1).
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. ve Elmer. R. (2000). *Positioning Models In Science Education And In Design and Technology Education*, (3-17). In J. K. Gilbert, and C.J. Boulter, (Eds). Developing models in science education. Netherlands: Kluweracademic Publisher.

- 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.
- Gilbert, S. W. (2011). *Models-Based Science Teaching*. National Science Teachers Association (NSTA) Press. Arlington, Virginia.
- Giuliodori, M. J., Lujan, H. L., Briggs, W. S. ve DiCarlo, S. E. (2009). A Model of Locomotor-Respiratory Coupling in Quadrupeds. *Advances in physiology education*, 33(4), 315-318.
- Gizir, S. (2007). Focus Groups in Educational Studies. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(1), 1–20.
- Glesne, C. (2013). *Nitel Araştırmaya Giriş* (Çev. Ersoy, A. ve Yalçınoğlu, P.). Ankara: Anı Yayıncılık.(Orijinal çalışma basım tarihi 2011).
- 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.
- Gobert, J. D. ve Pallant, A. (2004). Fostering Students' Epistemologies of Models Via Authentic Model-Based Tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 7-22.
- Gökçe Şahin, M. (2008). *Modelleme Yöntemiyle Öğretimin Lise Öğrencilerinin Eğitim Atış Konusunu Anlamasına Etkisi*. Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Greca, I. ve Moreira, M. (2000). Mental Models, Conceptual Models and Modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Grosul, M. (2010). *In Search of the Creative Scientific Personality*. Master's Theses. San Jose State University.
- Gülbahar, Y. ve Alper, A. (2009). Öğretim Teknolojileri Alanında Yapılan Araştırmalar Konusunda bir İçerik Analizi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 42(2), 93-111.
- Güler, A., Halıcıoğlu, M. B. ve Taşgın, S. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Gültepe, M. B., Yıldırım, O. ve Sinan, O. (2008). The Effect of Instruction Based On Constructivist Approach on 6th Grade Students' Achievement About Respiration System. *Elementary School Online*, 7(2), 522-536.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1).
- Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N. (2004). Eğitim Fakültelerindeki Fen ve Matematik Öğretim Elemanlarının Model ve Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
- Güneş, M. H. ve Çelikler, D. (2010). Model Oluşturma ve Bilgisayar Destekli Öğretimin Akademik Başarı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, *The International Journal of Educational Researchers*, 2(3), 22-28.

- Gürdal, A., Şahin, F. ve Çağlar, A. (2001). *Fen Eğitimi: İlkeler, Stratejiler ve Yöntemler*. İstanbul, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Yayınları.
- Hadi, M. A., Alldred, D. P., Closs, S. J. ve Briggs, M. (2013). *Mixed-Methods Research In Pharmacy Practice: Basics and Beyond* (part 1). International Journal of Pharmacy Practice.
- Halis, İ. (2002). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*, Nobel Yayınları, Ankara.
- Halloun, A. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Hameed, H., Hackling, M. W. ve Garnett, P. J. (1993). Facilitating conceptual change in chemical equilibrium using a CAI strategy. *International Journal of Science Education*, 15, 221-230.
- Hanson, D., Olney, A., Zielke, M. ve Pereira, A. (2005). Upending the Uncanny Valley, in AAAI conference proceedings.
- Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi*, Niğde, (2012, 27-30 Haziran).
- Harris, K., Marcus, R., McLaren, K. ve Fey, J. (2001). Curriculum materials supporting problem-based teaching. *School Science & Mathematics*, 101(6), 310-318.
- Harrison, A. G. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1998). Modelling in Science Lessons: Are There Better Ways to Learn with Models? *School Science and Mathematics*, 98(8), 420-429.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (1998). Modelling in Science Lessons: Are There Better Ways to Learn With Models? *School Science and Mathematics*, 98, 420-429.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026.
- Harrison, A. G. ve Treagust, D. F. (2000). Learning About Atoms, Molecules, and Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry. *Science Education*, 84(3), 352-381.
- Harrison, G. A. (2001). How Do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31, 401-435.
- Haugwitz, M. ve Sandmann, A. (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.
- Haury, D. (1989). The Contribution of Science Locus of Control Orientation to Expressings of Attitude Toward Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 26, 503-517.

- Heller, K. A. (2007). Scientific Ability and Creativity. *High Ability Studies*, 18(2), 209-234.
- Henze, I., van Driel, J. H. ve Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1321-1342.
- Heppner, P. P. (1978). A Review of the Problem Solving Literature and It's Relationship to the Counseling Process. *Journal of Counseling & Psychology*, 25, 366-375
- Heppner, P. P. ve Anderson W. P. (1985). The Relationship Between Problem Solving Self-Appraisal & Psychological Adjustment. *Cognitive Therapy and Research*. 4, 415-427.
- Heppner, P. P. ve Petersen, C. H. (1982) The Development and Implications of a Personal Problem Solving Inventory. *Journal of Counselling Psychology*, 29, 66-75.
- Heppner, P. ve Krauskopf, K. (1987). An Information Processing Approach to Personal Problem Solving, *The Counseling Psychologist*, 15(3), 371-447.
- Hestenes D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. Proceedings of the 2006 GIREP Conference: *Modelling in Physics and Physics Education*. (20-25 August 2006). Amsterdam.
- Hofstein, A. ve Lunetta, V. N. (2004), The Laboratory in Science Education: Foundation for the 21st Century, *Science Education*, 88, 28-54.
- Hofstein, A., Shore, R. ve Kipnis, M. (2004). Research Report: Providing High School Chemistry Students with Opportunities to Develop Learning Skills in an Inquiry-Type Laboratory: A Case Study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47-62.
- Hong, E. ve Milgram, R. M. (2010). Creative Thinking Ability: Domain Generality and Specificity. *Creativity Research Journal*, 22, 272-287.
- Hong, N. S. (1998). *The Relationship Between Well-Structured and Ill-Structured Problem Solving in Multimedia Simulation*. Yayınlanmamış doktora tezi, Pennsylvania State University, USA.
- Hu, W. ve Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Hunsaker, P. L. ve Alessandra A. J. (1980). *The Art of Managing People*. Englewood Cliffs New Jersey: Prentice Hall Inc.
- 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(2), 193-202.
- Ivankova, N., Creswell, J., ve Stick, S. (2006). Using Mixed-Methods Sequential Explanatory Design: From Theory to Practice. *Field Methods*, 18, 3-20.

- İşler A. Ş. ve Bilgin, A. (2002). Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Yaratıcılık Hakkındaki Görüşleri. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 133-152.
- İşman, A. (2003). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Geliştirme*. Değişim Yayınları.
- Jerath, J. M., Hasija, S. ve Malhotra, D. (1993). A study of State Anxiety Scores in a Problem Solving Situation. *Studia Psychologica*, 35(2), 143-150.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Johnson, R. B. ve Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J. ve Turner, L.A. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133.
- Jonassen, D. H. (1997). Instructional Design Models for Well- Structured and İll-Structured Problem-Solving Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 65-94.
- Jones, M. G. ve Rua, M. J. (2006). Conceptual Representations of Flu and Microbial İllness Held by Students, Teachers, and Medical Professionals. *School Science and Mathematics*, 108(6), 263-278.
- Justi R. S. ve Gilbert J. K. (2002). Modelling, Teachers' Views on the Nature of Modelling, and İmlications for the Education of Modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387.
- Justi R. ve Gilbert J. K. (2003). *Models and Modelling in Chemical Education*. In: Gilbert J.K., de Jong O., Justi R., Treagust D.F., van Driel J.H. (eds), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 47–68.
- Justi, R. ve Van Driel, J. (2005). The Development of Science Teachers' Knowledge on Models and Modelling: Promoting, Characterizing, and Understanding the Process. *International Journal of Science Education*, 27(5), 549-573.
- Justi, S. R., Carlos, A. A ve Gilbert, J. K. (2002). Science Teachers' Knowledge About and Attitudes Towards the Use of Models and Modelling in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1273–1292.
- Kadayıfçı, H. (2008) *Yaratıcı Düşünmeye Dayalı Öğretim Modelinin Öğrencilerin Maddelerin Ayrılması ile ilgili Kavramları Anlamalarına ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kaptan, F. ve Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(20).
- Karasar, N. (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler ve Teknikler*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi* (20. Basım) Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

- Karataş, F. Ö., Köse, S., ve Coştu, B. (2003). Öğrenci yanılgılarını ve anlama düzeylerini belirlemede kullanılan iki aşamalı testler. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(1), 54-69.
- Kayhan, E. (2009). *Sekizinci Sınıf Fen Bilgisi Dersi Maddedeki Değişim ve Enerji Ünitesinde Analoji Yöntemine Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığa Etkisi*. Yüksek Lisans Tez, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Keeton, W. T. ve Gould, J. (2007). *Genel Biyoloji II* (Çev Edit. Ali Demirsoy). Palme Yayıncılık, Ankara.
- Khan, S. (2007). Model Based Inquires in Chemistry. *Science Education*, 91, 877 – 905.
- Khan, S. (2011). What's Missing in The Model Based Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22, 535-560.
- Kılıç, D. ve Sağlam, N. (2004). Biyoloji eğitiminde kavram haritalarının öğrenme başarısına ve kalıcılığa etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(27).
- Kılıç, D. ve Samancı, O. (2005). İlköğretim Okullarında Okutulan Sosyal Bilgiler Dersinde Problem Çözme Yönteminin Kullanılışı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 100–112.
- Kılınç, A. (2007). Probleme Dayalı Öğrenme, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(2), 561–578.
- Kind, P. M. ve Kind, V. (2007). Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developind School Science. *Studies in Science Education*, 43(1), 1-37,
- Kitzinger, J. (1995). Qualitative Research: Introducing Focus Groups, *British Medical Journal*, 311, 299–302.
- Kocabaş, S. (1993). Elements of Scientific Creativity. AAAI Technical Report, 1, 39-45.
- Koçak, A. ve Arun, Ö. (2006). İçerik Analizi Çalışmalarında Örneklem Sorunu. *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi*, 4(3), 21-28
- Koçakoğlu, M. (2010). Probleme Dayalı Öğrenme: Yapılandırmacılığın Özü. *Milli Eğitim Dergisi*, 188, 68 – 82.
- Koschmann, T. D., Myers, A. C., Feltovich, P. J. ve Barrows, H. S. (1994). Using Technology to Assist in Realizing Effective Learning and Instruction: A Principled Approach to the Use of Computers in Collaborative Learning. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 227-264.
- Köklü, N. (2009). *Elektrik Konularının Öğretiminde, Pedagojik-Analitik Modellerin Öğrenci Başarısına Etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Krajcik, J. ve Merritt. J. (2012). Engaging Students in Scientific Practices: What Does Constructing and Revising Models Look Like in the Science Classroom? Understanding *A framework for K–12 science education*. *Science Scope* 35(7), 6.

- Kroll, T. ve Neri, M. (2009). *Designs for Mixed Methods Research*. In S. Andrew & E. J. Halcomb (Eds.), *Mixed Methods Research for Nursing and Health Sciences*. West Sussex: Wiley-Blackwell.
- Kroll, T., Barbour, R. ve Harris, J. (2007). Using Focus Groups in Disability Research. *Qualitative Health Research*, 17(5), 690-698.
- Krueger, R. A. (1994). *Focus Groups: A Practical Guide For Applied Research*. London: SAGE.
- Lam, D. (2004). Problem-Based Learning: An Integration of Theory and Field. *Journal of Social Work Education*, 40(3), 371-389.
- Lavoie, D. R. (1993). The Development, Theory and Application of a Cognitive - Network Model of Prediction Problem Solving in Biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7).767-785.
- Lazarowitz, R. ve Naim, R. (2013). Learning the Cell Structures 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.
- Lazarowitz, R. ve Penso, S. (1992). High School Students' Difficulties in Learning Biology Concepts. *Journal of Biological Education*, 26(3), 215-224.
- Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003b). *Foundations of a Models and Modeling Perspective on Mathematics Teaching, Learning, and Problem Solving*. In R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A models & modeling perspective on mathematics problem solving, learning & teaching* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Liang, J. C. (2002). *Exploring Scientific Creativity of Eleventh Grade Students in Taiwan*. Yayınlanmamış Doktora tezi. The University of Texas, Austin, Amerika Birleşik Devletleri.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P. ve Shen J. (2003) The Influence of CASE on Scientific Creativity. *Research in Science Education* 33, 143-162.
- Lock, R. (1997). Post-16 Biology- Some Model Approaches?, *School Science Review*, 79(286), 33-38.
- Louca, L. T., Zacharia, Z. C. ve Constantinou, C. P. (2011). In Quest of Productive Modeling-Based Learning Discourse in Elementary School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 919-951.
- Lukin, K. (2013). Exciting Middle and High School Students about Immunology: An Easy, Inquiry-Based Lesson. *Immunologic Research*, 55(1-3), 201-209.
- M.E.B. (2000). *İlköğretim Okulu Fen Bilgisi Dersi (4,5,6,7,8. sınıf) Öğretim Programı*. MEB Tebliğler Dergisi, 63, 2518, Kasım.
- M.E.B. (2004). *İlköğretim Fen Ve Teknoloji Dersi (4-5. Sınıflar) Öğretim Programı*. Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi, Ankara.

- M.E.B. (2008). Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı-PISA. 17.02.2013 tarihinde <http://earged.meb.gov.tr/pisa/dil/tr/index.html> adresinden alınmıştır.
- M.E.B. (2013). *İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- Major, C. H. (1999). Connecting what we know and what we do through problem-based learning. *AAHE Bulletin*, 51, 7-9.
- Malone, K. L. (2006). *A Comparative Study of the Cognitive and Meta Cognitive Differences Between Modeling and Non-Modeling High School Physics Students*. Unpublished Doctoral Thesis, Department of Psychology Center for Innovation in Learning, Carnegie Mellon University.
- Matthews, M. R. (2007). Models in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 16, 647-652.
- Mayer, K., Damelin, D. ve Krajcik, J. (2013). Linked In: Using Modeling as a Link to Other Scientific Practices, Disciplinary Core Ideas, and Crosscutting Concepts. *The Science Teacher*, 80(6), 57-61.
- McBrien, S., Felizardo, G. R., Orr, D. G. ve Raymond, M. J. (2008). Using Focus Groups to Revise an Educational Booklet for People Living with Methicillin-Resistant, *Health Promotion Practice*, 9(1), 19-28.
- McComas, W. (2004). Keys to Teaching the Nature of Science. *The science teacher*, 71(9), 24-27.
- McKean, H. R. ve Gibson, L. S. (1989). Hands-on activities (hat relate Mendelian genetics to cell division. *The American Biology Teacher*, 51(5), 294-300.
- McMillan, J. H. (2004). *Educational Research (Fundamentals for the consumer)*. Dördüncü Basım. Boston: Pearson Education Inc.
- McMillan, J. H. ve Schumacher, S. (2010). *Research in Education: Evidence-Based Inquiry (7th edn)*. Boston: Pearson.
- Meador, K. S. (2003). Thinking Creatively about Science Suggestions for Primary Teachers, *Gifted Child Today*, 26(1), 25-29.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative Research and Case Study Applications in Education. Revised and Expanded from " Case Study Research in Education..* Jossey-Bass Publishers, 350 Sansome St, San Francisco..
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*, (Çev. Edi.: S. Turan), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Lmt. Şti.
- Meydan, A. (2001). *İlköğretim birinci kademe sosyal bilgiler öğretimi coğrafya ünitelerinin işlenişinde laboratuvar ve görsel - işitsel materyal kullanımının öğrencilerin niteliksel gelişimine etkisinin değerlendirilmesi*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Michael, J. A., Wenderoth, M. P., Modell, H. L., Cliff, W., Horwitz, B, McHale, P., Richardson, D., Silverthorn, D., Williams, S. ve Shirley, W. (2002).

- Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. *Advances in Physiology Education*, 26, 72-84.
- Micheal, J. A. (1998). Students' Misconceptions about Perceived Physiological Responses. *Advances in Physiology Education*, 19(1), 90-98.
- Mickle, J. E. (1990). A Model for Teaching Mitosis & Meiosis, *The American Biology Teacher*, 52(8), 500-503.
- Mohamed, A. H. (2006). *Investigating the Scientific Creativity of Fifth-Grade Students*. PhD Thesis, The University Of Arizona.
- Morgan, C. T. (1999). *Psikolojiye Giriş*. (Çev. H.Arıcı ve diğ.). Ankara: Meteksan.
- Morgil, İ., Yılmaz, A. ve Seferoğlu, Z. (2002). Stereokimya Konusunda Farklı Öğretim Yöntemlerinin Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisi, V. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi* 16-18 Eylül 2002, Ankara, Devlet Kitapları Müdürlüğü Basımevi, 2004, Ankara.
- Morse J. M. (1991). Approaches to Qualitative- Quantitative Methodological Triangulation. *Nurs Research*, (40), 120–123.
- Nagy, S. ve Biber, H. (2010). *Mixed Methods Research: Merging Theory With Practice*. The Guilford Press, NY, USA.
- National Academy of Science (2006). *Beyond Bias and Barriers*. NAS Press, Washington, D.C: free executive summary at <http://www.nap.edu/catalog/11741.html>.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards: Observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- National Research Council. (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teacher Association [NSTA]. (1982). *Science-technology-society: Science education for the 1980's*. Washington, DC.
- Neilson, D., Campbell, T. ve Allred, B. (2010). Model-based Inquiry: A Buoyant Force Module for High School Physics Classes. *The Science Teacher*, 77(8), 38–43.
- Nersessian, N. J. (2002). *The Cognitive Basis of Model-Based Reasoning in Science*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Next Generation Science Standards (NGSS). (2013). For States, by States. <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>

- NOAA. NOAA Glossary (2005). <http://coris.noaa.gov/glossary/>
- Norman D. (1983). *Some Observations On Mental Models*. Ç.D. Gentner ve A. Steven, Mental Models , Hillside, New Jersey, ss.1-7.
- Oakley, C. R. (1994). Using Sweat Socks & Chromosomes to Illustrate Nuclear Division, *The American Biology Teacher*, 56(4), 238-240.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555–593.
- Oh, P. S. ve Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know About Models: an Overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109–1130.
- Okan, K. (1993). *Fen Bilgisi Öğretimi*. Okan Yayınları, Ankara.
- Osborne, R. ve Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The implication of children's science*. Auckland: Heinmann.
- Öğülmüş, S. (2001). *Kişilerarası Sorun Çözme Becerileri ve Eğitimi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Özdemir, M. (2010). Nitel Veri Analizi: Sosyal Bilimlerde Yöntembilim Sorunsalı Üzerine Bir Çalışma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323-34
- Özgür, S. (2013). The Persistence of Misconceptions about the Human Blood Circulatory System Among Students İn Different Grade Levels. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8(2), 255-268.
- Özmen Hızarcıoğlu, B. (2013). *Problem Çözme Sürecinde Dereceli Puanlama Anahtarı (Rubrik) Kullanımında Puanlayıcı Uyumunun İncelenmesi*. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS for windows*. Australia: Australian Copyright.
- Passmore, C., Stewart, J. ve Cartier, J. (2010). Model Based Inquiry and School Science: Creating Connections. *School Science and Mathematics*, 109(7), 395-402.
- Patton, R. C. (1996). On a Apparently Simple Modelling Problem in Biology. *International Journal of Science Education*, 18(1), 55-64.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3 Edition). Sage Publications, Thousand Oaks, California.
- Pelaez, N. J., Boyd, D. D., Rojas, J. B. ve Hoover, M. A. (2005). Prevalence of Blood Circulation Misconceptions Among Prospective Elementary Teachers. *Advances in Physiology Education*, 29, 172-181.
- Plainkas, L. A., Horwitz, S. M., Chamberlain, P., Hurlburt, M. S. ve Landsverk, J. (2011). Mixed-methods designs in mental health services research: A review. *Psychiatric Services*, 62(3), 255–263.

- Plano Clark, V. L., Creswell, J. D., O'Neil Green, D. ve Shope, R. J. (2008). *Mixing quantitative and qualitative approaches: An introduction to emergent mixed methods research*. In S. N. Hesse-Biber & P. Leavy (Eds.) *Handbook of Emergent Methods*. New York: The Guilford Press.
- Plowman, L. (1999). *Using Video for Observing Interaction in the Classroom*. Spotlight 72.
- Plucker, J. A. ve Zabelina, D. (2009). And Interdisciplinarity: One Creativity or Many Creativities? *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 41, 5–11.
- Prokop, P. ve Fančovičová, J. (2006). Students' Ideas about the Human Body: Do Really Draw What They Know? *Journal of Baltic Science Education*, 2(10), 86–95.
- Prokop, P., Prokop, M. ve Tunnicliffe, S. D. (2007). Is biology Boring? Student Attitudes Toward Biology. *Journal of Biological Education*, 42(1), 36–39.
- Prpic, J. K. ve Hadgraft R. G. (2002). What is Problem-based Learning?, <https://www.dlswweb.rmit.edu.au/eng/beng0001/LEARNING/strategy/whatispbl.html>.
- Punch, K. F. (2005). *Sosyal Araştırmalara Giriş: Nicel ve Nitel Yaklaşımlar*, (Çev: D. Bayrak, H.B. Arslan ve Z. Akyüz). Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Rauscher, L. ve Greenfield, B. H. (2009). Advancements in Contemporary Physical Therapy Research: Use of Mixed Methods Research. *Physical Therapy*, 89(1), 91–100.
- Rawat, T. C. (2010). A Study to Examine Fluency Component of Scientific Creative Talent of Elementary Stage Students of Himachal Pradesh With Respect to Area, Type of School and Gender. *International Transactions in Humanities & Social Sciences*, 2(2), 152–161.
- Redish, E. F. (1994). Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796–803.
- Redish, E. F. ve Steinberg, R. N. (1999). *Teaching Physics: Figuring Out What Works*.
- Robson, C. (2001). *Real World Research*. Oxford UK & Cambridge USA: Blackwell.
- Rotbain, Y., Marbach- Ad, G. ve Stavy, R. (2006). Effects of Bead and Illustrations Models on High School Students' Achievement in Molecular Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(5), 500–529.
- Sadi, Ö. (2010). *Bilişsel ve Güdüsel Değişkenler ile Geleneksel ve Öğrenme Evresi Sınıflarındaki Öğrencilerin İnsanda Dolaşım Sistemi Başarıları Arasındaki İlişki*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Sağır, Ş. U., Çelik, A. Y. ve Armağan, F. Ö. (2009). Metalik Aktiflik Konusunun Öğretimine Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36, 283–293.

- Sağlam-Arslan, S. (2008). OFM7190 Eğitim Araştırmaları İçin Bilgiyi ve Öğrenmeyi Modelleme Teknikleri, Yayınlanmamış Ders Notları, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Sak, U. ve Maker, C. J. (2005). Divergence and Convergence of Mental Forces of Children in Open and Closed Mathematical Problems. *International Education Journal*, 6(2), 252-260.
- Sarıkaya, R., Selvi, M. ve Doğan Bora, N. (2004). Mitoz ve Mayoz Bölünme Konularının Öğretiminde Model Kullanımının Önemi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 12(1), 85-88.
- Savaşır, I. ve Şahin, N. H. (1997). *Bilişsel-Davranışçı Terapilerde Değerlendirme: Sık Kullanılan Ölçekler*. Türk Psikologlar Derneği Yayınları. No:9. Ankara: Özyurt Matbaacılık
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. *The Interdisciplinary Journal of Problem-based learning*, 1(1), 9-20.
- Schunk, D. H. (2009). *Öğrenme Teorileri Eğitimsel Bir Bakışla*. Çeviri Edit. Muzaffer Şahin). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Schwarz, C. V. ve Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91, 158–186.
- Schwarz, C. ve Passmore, C. (2012). Preparing for the Next Generation Science Standards—Developing and Using Models. National Science Teachers Association Webinar. In *learningcenter.nsta.org/products/symposia/seminars/Ngss/webseminar6.aspx*.
- Schwarz, C.V., B.J. Reiser, E.A. Davis, L. Kenyon, A. Achér, D. Fortus, Y. Shwartz, B. Hug, ve J. Krajcik. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–54.
- Sezen, G. ve Çimer, A. (2009). *Öğretmen adaylarının insanda dolaşım sistemi konusundaki kavramları anlama seviyelerinin kavram haritası ve kelime ilişkilendirme testi ile belirlenmesi üzerine bir çalışma*, Proceeding of the 1th International Educational Research Congress, Çanakkale, Turkey.
- Sezgin, E. ve Köymen, Ü. (2002). İkili Kodlama Kuramına Dayalı Olarak Hazırlanan Multimedya Yazılımının Fen Bilgisi Öğretiminde Akademik Başarıya Olan Etkisi, *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4, 137-143.
- Shanahan, M. C. ve Nieswandt, M. (2009). Creative Activities and Their Influence on Identification in Science: Three Case Studies. *Journal of Elementary Science Education*, 21(3), 63-79.
- Sikošek, D. ve 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.

- Silverman, D. (2000). *Doing qualitative research*. London: Sage Publications.
- Silverman, D. (Ed.). (2010). *Qualitative research*. London: Sage Publications.
- Simonton, D. K. (2009). Varieties of (Scientific) Creativity a Hierarchical Model of Domain-Specific Disposition, Development and Achievement. *Perspectives on Psychological Science*, 4(5), 441-452.
- Sodenberg, P. (1992). Marshmallow Meiosis, *The Science Teacher*, November, 28-31.
- Soslu, Ö., Dilber, R. ve Düzgün, B. (2011). Fizik Öğretiminde Laboratuvar Yönteminin İlköğretim Matematik Bölümü Öğrencilerinin Başarısı Üzerine Etkisinin Araştırılması. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 57-69.
- Sönmez, D. ve Lee, H. (2003). Problem-Based Learning in Science. (ERIC Document Reproduction Service No. ED482724).
- Stencel, J. (1995). A String & Paper Game of Meiosis that Promotes Thinking, *The American Biology Teacher*, 44, 80-89.
- Stewart, D. W. ve Shamdasani, P. N. (1990). *Focus Groups: Theory and Practice*. Newbury Park, CA: SAGE.
- Stierna, J. ve Villalba, E. (2009). Is It Possible to Measure Scientific Creativity? Some First Elements of Reflection. *Measuring Creativity*, 103-111.
- Strauss, A. ve Corbin, J. M. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage Publications, Inc.
- Stumpf, H. (1995). Scientific Creativity: A short overview. *Educational Psychology Review*, 7(3), 225-241
- Suhonen, J. (2009). *Qualitative and Mixed Method Research*. Scientific Methodology in Computer Science-Fall,1-13.
- Sungur, S., Tekkaya, C. ve Geban, Ö. (2001). The Contribution of Conceptual Change Texts Accompanied by Concept Mapping to Students' Understanding of the Human Circulatory System. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101
- Sutherland, D. ve Dennick, R. (2002). Exploring Culture, Language and The Perception of the Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 24(1), 1-25.
- Şahin, Ç., İpek, H. ve Ayas, A. (2008). Students' understanding of light concepts primary school: A cross- age study. *Asia Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1).
- Şahin, Ç., ve Çepni, S. (2011). Yüzme-Batma, Kaldırma Kuvveti ve Basınç Kavramları ile İlgili İki Aşamalı Kavramsal Yapılardaki Farklılaşmayı Belirleme Testi Geliştirilmesi. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 8(1), 79-110.

- Şahin-Pekmez, E., Can-Taşkın, B. ve Aktamış, H. (2010). Fen Laboratuvarı Dersinin Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 93-112.
- Şenocak, E. (2005). Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Maddenin Gaz Hali Konusunun Öğretimine Etkisi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Tashakkori, A. ve Teddlie, C. (1998). *Mixed Methodology: Combining Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Tashakkori, A. ve Teddlie, C. (Eds). (2003). *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E. (2001). *İçerik Analizi ve Uygulama Örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.
- Taylan, S. (1990). *Heppner'in problem çözme envanterinin uyarlama, güvenirlik ve geçerlik çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi.
- TDK http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.546e5864341e22.47973874 adresinden 20.10.14 tarihinde alınmıştır.
- Tekkaya, C., Çapa, Y. ve Yılmaz, Ö. (2000). Biyoloji Öğretmen Adaylarının Genel Biyoloji Konularındaki Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18).
- Temiz, B. K. (2001). Lise 1. Sınıf Fizik Dersi Programının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmeye Uygunluğunun İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- Terzioğlu, T. (1993). Bilimde Yaratıcılık, Yaratıcı Bilim Adamı, Yaratıcılık ve Eğitim. Türk Eğitim Derneği, Eğitim Dizisi No: 17, XVII. Eğitim Toplantısı, 25-26 Kasım, Şafak Matbaacılık, Ankara.
- Tezbaşaran, A. (1997). *Likert Tipi Ölçek Hazırlama Kılavuzu*. Ankara: Türk Psikologlar Derneği.
- Tezci, E. (2003). Web Tabanlı Eğitimin Demokrası Bilincinin Gelişimine Etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(3).
- Tick, A. (2007). Application of Problem-Based Learning in Classroom Activities and Multimedia. In *5th Slovakian Hungarian Joint Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics*.
- Tobin K. G. (1990). Research on Science Laboratory Activities; In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning, *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
- Topuz, F. G., Gençer, S., Bacanak, A. ve Karamustafaoğlu, O. (2013). Bağlam Temelli Yaklaşım Hakkında Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Görüşleri ve Uygulayabilme Düzeyleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 240-261.

- Torp, L. ve Sage, S. (1998). *Problems as Possibilities*. Problem Based Learning For K-12 Education, Association For Supervision And Curriculum Development. Virginia, USA.
- Torp, L. ve Sage, S. (2002). *Problems as Possibilities*. Victoria: Hawker Brownlow Education.
- Torrance, E. P. ve Goff, K. (1989). A Quiet Revolution. *Journal of Creative Behavior*, 23(2), 136-145.
- Treagust, D. F. (1988). Development and Use of Diagnostic Tests to Evaluate Students' Misconception in Science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Treagust, D. F. ve Chandrasegaran, A. L. (2007). The Taiwan national science concept learning study in an international perspective. *International Journal of Science Education*, 29(4),391–403.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. ve Mamiala, T. L. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368.
- Treagust, F. D. (2002). Students' Understanding of the Role of Scientific Models in Learning Science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368.
- Tuncel, G. ve Öztürk, C. (2013). Yapılandırmacı Öğrenme Kuramına Dayalı Öğretim Uygulamalarının 6. Sınıf Sosyal Bilgiler Dersi Konularının Öğretimine Etkileri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (27).
- Türker, E. (2011). *Bilimsel Süreç Becerileri Yaklaşımının Model Kullanılarak Uygulanmasının Öğrencilerin Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine ve Motivasyonlarına Etkisi*. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Udovic, D., Morris, D., Dickman, A., Postlethwait, J. ve Wetherwax, P. (2002). Workshop biology: Demonstrating the Effectiveness of Active Learning in an Introductory Biology Course. *BioScience*, 52(3), 272-281.
- Ulusoy, F. (2011). *Kimya eğitiminde model uygulamalarının ve bilgisayar destekli öğretimin öğrenme ürünlerine etkisi: 12. sınıf kimyasal bağlar örneği*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ülküer, N. S. (1988). Çocuklara Problem Çözme Becerisi Nasıl Kazandırılır? *Yaşadıkça Eğitim*, n:5, Ekim, Kasım, Aralık.
- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği*. Doktora tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- van der Valk, T., van Driel, J. H. ve de Vos, W. (2007). Common Characteristics Of Models In Present-Day Scientific Practice. *Research in Science Education*, 37, 469–488.

- Van Driel, J. H. ve Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153.
- Varış, F. (1988). *Eğitimde Program Geliştirme*, Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayını, 157, Ankara.
- Voska, K. W. ve Heikkinen, H. W. (2000). Identification and analysis of student conception used to solve chemical equilibrium problem. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 160–176.
- Wallace, C. S., Tsoi, M. Y., Calkin, J. ve Darley, M. (2003). Learning from Inquiry-Based Laboratories In Nonmajor Biology: An Interpretive Study of the Relationships Among Inquiry Experience, Epistemologies, and Conceptual Growth. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 986-1024.
- Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Windschitl, M. (2004). Folk Theories of “Inquiry:” How preservice teachers reproduce the Discourse and Practices of an Atheoretical Scientific Method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 481–512.
- 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.
- Windschitl, M. ve Thompson, J. J. (2006). Transcending Simple Forms of School Science Investigation: The Impact of Preservice Instruction on Teachers' Understanding of Model- Based Inquiry. *American Educational Research Journal*, 43(4), 783–835.
- Windschitl, M., Thompson, J. ve Braaten, M. (2008). Beyond the Scientific method: Model-based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92, 941–967.
- Windschitl, M., ve Thompson, J. J. (2013). The Modeling Toolkit: Making Student Thinking Visible with Public Representations. *The Science Teacher*, 80(6), 63.
- Wojnowski, B. S. ve Pea, C. H. (2014). *Models Approaches*. NSTA press. Arlington, Virginia.
- Xiang, Lin. (2011). *A Collective Case Study of Secondary Students' Model-Based Inquiry on Natural Selection through Programming in an Agent-Based Modeling Environment*, University Of California, Dissertation Submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Doctor Of Philosophy.
- Y.Ö.K. (1996), *Biyoloji Öğretimi*, YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Deneme Basımı, Ankara.
- Yalın, H. (1997). *Eğitim Teknolojileri Tasarımı*, Şafak Matbaası, 80-102, 2, Ankara.
- Yarker Borwn, M. (2013). Teacher Challenges, Perceptions, and Use of Science Models in Middle School Classrooms About Climate, Weather, and Energy Concepts. The University of Iowa Science Education in the Graduate College PH.D. Thesis

- Yaşar, Ş. (1998). Yapısalcı Kuram ve Öğrenme-Öğretme Süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1-2), 68-75.
- Yazgan, Y. (2007). Dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme stratejileriyle ilgili gözlemler. *İlköğretim Online*, 6(2), 249-263.
- Yeşilyurt, S. ve Gül, Ş. (2011). Öğrencilerinin Taşıma ve Dolaşım Sistemleri Ünitesi ile İlgili Kavram Yanılgıları [Secondary school students' misconceptions about the "transportation and circulatory systems" unit*]. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 5(1), 17-48.
- Yıldıran, N. (2004). *Fen Bilgisi Dersinde Atomun Yapısı ve Periyodik Çizelge Konusunun Oyun ve Modellerle Öğretilmesinin Başarıya Etkisi*, Yüksek Lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (8th ed.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research, Design and Methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA.: Sage Publications.
- Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA.: Sage Publications.
- Yip, D. Y. (1998). Teachers' Misconceptions of the Circulatory System. *Journal of Biological Education*, 32(3), 207-215.
- Yurdatapan, M. ve Şahin, F. (2013). DNA Kavramları ile İlgili Animasyon ve Model Kullanılmasının Fen Bilgisi Öğretmenliği Öğrencilerinin Öğrenmelerine Etkisi. *International Periodical For The Languages. Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(8), 2303-2313.
- Yüce, G. (2013). *Kimya Öğretmen Adaylarının Kimyasal Reaksiyonlar Konusunda Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II.kademe Fen Bilgisi Dersi Kimya Konularında Model Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.

EKLER

EK1. İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemine İlişkin İki Aşamalı Akademik Başarı Testi

EK2. Odak Grup Görüşme Soruları

EK3. Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları

EK4. Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Rubrik

EK5. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller

EK6. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller

EK 1. İnsanda Dolaşım ve Solunum Sistemine İlişkin İki Aşamalı Akademik Başarı Testi

Değerli öğrenciler, aşağıdaki sorular iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, soruların doğru cevabını seçeneklerden bularak işaretleyiniz. İkinci aşamada ise seçtiğiniz seçeneğin niçin doğru olduğunu düşündüğünüzü, “Çünkü” ile başlayan bölüme yazınız. Başarılar...

- 1) Atardamar ve toplardamarların isimlendirilmesi neye göre yapılmıştır?

A) Arteriyol ve venüllere olan bağlantıları
 B) Kanı taşıdıkları yön
 C) Taşıdıkları kanın içeriği
 D) Kılcal damarlarla yaptıkları bağlantı
 E) Damarların maruz kaldığı basınç

Çünkü;

- 2) Damar çeşitleri içerisinde taşıdıkları kanın akış hızına göre büyükten küçüğe doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisi gibidir?

A) Kılcaldamar > Atardamar > Toplardamar
 B) Toplardamar > Atardamar > Kılcaldamar
 C) Atardamar > Toplardamar > Kılcaldamar
 D) Atardamar > Kılcaldamar > Toplardamar
 E) Kılcaldamar > Toplardamar > Atardamar

Çünkü;

- 3) Damarların yapısı ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Bütün damarların iç yüzeyi tek katlı endotel ile sarılıdır.
 B) Toplardamarların iç çapı atardamarlara göre daha geniştir.
 C) Kılcal damarın etrafını saran düz kas tabakası diğer damarlara göre çok daha incedir.
 D) Toplardamarlar dıştan içe bağdoku, düz kas ve endotel tabakalarından oluşmuştur.
 E) Atardamarlardaki bağdoku ve düz kas tabakası toplardamarlara göre daha kalındır.

Çünkü;

- 4) İnsan kalbinin yapısı ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?

A) Kulakçıklar karıncıklara göre daha ince duvarlara sahiptirler.
 B) Kalp içten dışa doğru endokard, miyokard ve ektokard olmak üzere üç tabakadan oluşur.
 C) Kulakçıklar arasında nispeten geçirgen delikler bulunur.
 D) Kulakçıkların etrafında yayılan his demetleri vardır.
 E) Kalp, sadece merkezi sinir sisteminin verdiği komutlar doğrultusunda düzenli çalışır.

Çünkü;

- 5) İnsan kalbinde bulunan kapakçıklarla ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) Kapakçıklar özelleşmiş kas dokudan oluşmuştur.
 B) Kapakçıkların açılıp-kapanmasını düzenleyen özelleşmiş dokular bulunmaktadır.
 C) Kulakçıklar arasında üç parçadan oluşan kapakçıklar bulunur.
 D) Kalpteki kapakçıkların hepsi tek yönlü olarak açılır.
 E) Kapakçıkların içerisinde bulunan sıvı kapakçıkların yıpranmasını önler.

Çünkü;

- 6) Kalp, vücuda kan pompalamakla görevli bir organdır ve bu nedenle içerisinde her zaman belirli miktarda kan bulunur. Bu organın görevini yapabilmesi için de kanın gerekli olduğu düşünülürse kalp, içerisindeki kanı direk kendi çalışmasını sağlamak için kullanabilir mi?

- A) Belirli miktarda kan karıncıklar tarafından kullanılır.
 B) Kalp içerisinde kanı doğrudan kullanmaz.
 C) Kalbin her odacığındaki kan o odacıklar tarafından kullanılır.
 D) Belirli miktarda kan kulakçıklar tarafından kullanılır.
 E) Belirli miktarda kan sadece sol kulakçık ve sol karıncık tarafından kullanılır.

Çünkü;

- 7) Bir kişinin kalbi steteskop ile dinlendiğinde ardışık iki ses (bulb bulb) duyulur. Duyulan bu ikili seslerin kaynağı nedir?

- A) Kanın, AV(atrivoventriküler) ve seminular kapakçıklara çarpması ile oluşur.
 B) Kalbin kasılıp gevşeme sesidir.
 C) Kan basıncının aortu esnetmesi ile oluşur.
 D) Kanın biküspit ve triküspit kapakçıklarına çarpması ile oluşur.
 E) SA ve AV düğümlerine sinyal iletimi ile oluşur.

Çünkü;

- 8) I - Kandaki tuz derişiminin artması
 II - Atardamarların çeper esnekliğinin azalması
 III - Kandaki adrenalın miktarının artması

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri insanlarda kan basıncının yükselmesine neden olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

Çünkü;

- 9) İnsan kalbine gelen otonom sinir bağlantılarını kestiğimizi varsayarsak, aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Atım hızı hafifçe değişse bile kalp atmaya devam eder.
 B) Elektriksel uyarıları alamayacağı için kalp atımı durur.
 C) Atımı önce yavaşlar, sonra hızlanır.
 D) Atım hızı artarak devam eder.
 E) Kalbi hızlandıran hormonların kandaki derişimi artar, böylelikle kalp atışı hızlanır.

Çünkü;

- 10) I - Kalbin kasılma hızı
 II - Her atımda pompalanan kan miktarı
 III- Dakikada pompalanan kan miktarı
 IV- Sindirim organlarına giden kan miktarı

Sağlıklı bir insanda egzersiz sırasında yukarıdakilerden hangileri artar?

- A) I ve II B) II ve III C) III ve IV
 D) I, II ve III E) I, II ve IV

Çünkü;

- 11) I - Kan akışı yavaşlar.
 II- Sistolik basınç artar.
 III- Damarlar yıpranır.

Büyük tansiyon ve küçük tansiyonun birbirine yaklaşması durumunda yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
 D) I ve II E) I, II ve III

Çünkü;

- 12) I - Kan hacmi
 II - Damarların esnekliği
 III - Kalbin bir kasılmasında pompaladığı kan miktarı

Yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri kan basıncını etkiler?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
 D) I ve III E) I, II ve III

Çünkü;

- 13) I- Toplardamarların etrafındaki kaslar
II- Toplardamardaki tek yönlü kapakçıklar
III- Solunum sırasındaki göğüs hareketleri

Toplardamarlarda, kanın hareket ettirilmesinde yukarıdakilerden hangisi ya da hangileri yardımcı olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çünkü;

- 14) Bütün damar çeşitleri yerine kullanılabilir yapay bir damar tasarlanmasına ilişkin yapılan bir deneyde, damarların ortak özelliklerinden hangisi göz önünde bulundurulmalıdır?

- A) Düz kas tabakasının kalın olması
B) Bağdoku tabakasının minimum incelikte olması
C) Kan ile damar duvarları arasındaki sürtünme
D) İç yüzeyinin çift katlı endotelten yapılmış olması
E) Damarın iç çapının geniş olması

Çünkü;

- 15) Hemoglobin, ortasında Fe^{+2} bulduran bir solunum pigmentidir. Hemoglobinin yapısında Fe^{+2} yerine Fe^{+3} olsaydı ne olurdu?

- A) Kanımızın rengi daha koyu kırmızı olur.
B) Yeterli O_2 taşınmaz.
C) Vücudumuzun daha fazla hemoglobin üretilmesi gerekir.
D) Negatif solunum gerçekleşir.
E) Hücre zarından geçiş zorlaşır.

Çünkü;

- 16) Prekapiller sfinkter adı verilen düz kastan yapılmış halkasal yapılar kılcal damar giriş çıkışında kan akımını düzenler. Vücudumuzda bulunan bütün prekapiller sfinkterler aynı anda açılrsa ne olur?

- A) Hidrostatik basınç artar.
B) Nefes alışveriş hızlanır.
C) Kan akımı hızlanır.
D) Osmatik basınç artar.
E) Kan akımı duracak kadar yavaşlar.

Çünkü;

- 17) Aşağıdakilerden hangisinde ya da hangilerinde kanın içeriğinde bulunan hücresel elemanların görevi doğru olarak verilmiştir?

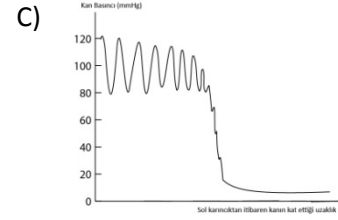
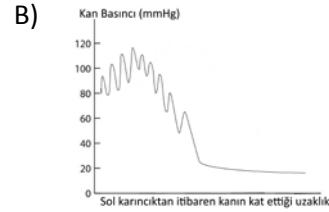
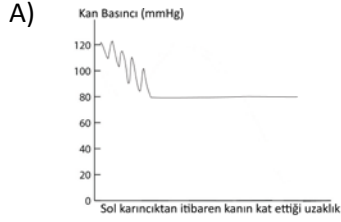
- I- Eritrositler- Vücut savunmasında görev alır.
II- Lökositler- Oksijen taşır.
III- Trombositler- Pıhtılaşmada görev alır.
A) Yalnız I B) Yalnız III C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çünkü;

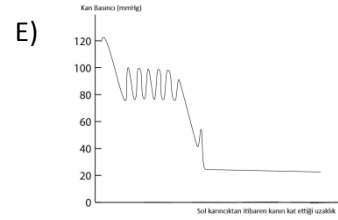
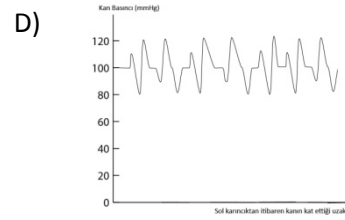
- 18) İnsanın vücut sıcaklığında artış meydana geldiğinde sistemler bundan nasıl etkilenir?
A) Kardiyak döngü süresi uzar.
B) Solunum hızı yavaşlar.
C) Büyük – küçük tansiyon değerleri birbirine yaklaşır.
D) Nabız yavaşlar.
E) Kalp atım hızı artar.

Çünkü;

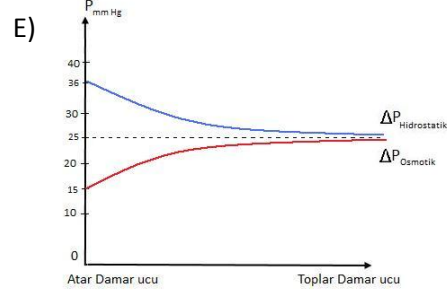
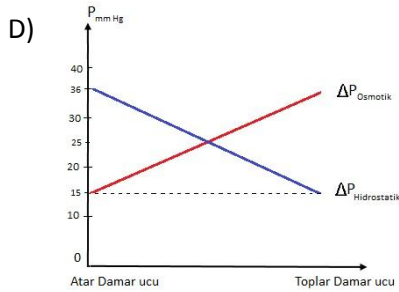
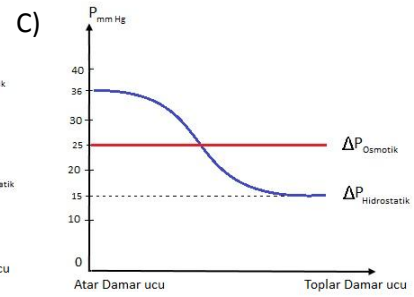
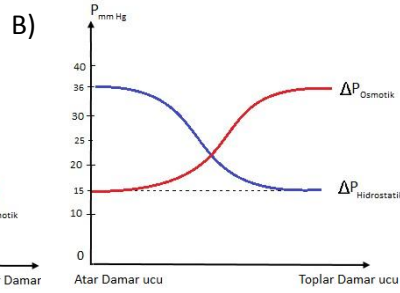
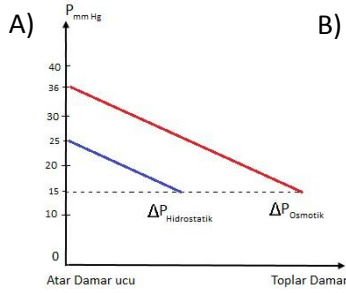
- 19) Aşağıdaki grafiklerin hangisinde sağlıklı bir insanın kalbinden pompalanan kanın, atardamarlardan toplardamarlara akış yönünde sahip olduğu basınç, doğru olarak verilmiştir? [x eksenini: sol karıncıktan itibaren kanın kat ettiği uzaklık / y eksenini: kan basıncı (mm Hg)]



Çünkü;



- 20) Aşağıdaki grafiklerin hangisinde kılcal damarlar ile doku sıvısı arasında madde geçişinde rol oynayan etkenler doğru olarak verilmiştir?



Çünkü;

- 21) Akciğer kılcallarındaki alyuvarlarda aşağıdaki tepkimelerden hangisi daha sık olarak görülür? (Hb= Hemoglobin)
- A) $Hb + 4O_2 \rightarrow Hb(O_2)_4$
 B) $Hb(O_2)_4 \rightarrow Hb + 4O_2$
 C) $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$
 D) $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$
 E) $Hb + 4CO_2 \rightarrow Hb(CO_2)_4$

Çünkü;

- 22) Kömür dumanı, otomobillerin egzoz gazı ve tütün dumanında bulunan karbon monoksit (CO)'e maruz kalınması durumunda ne olur?
- A) Kanın pH'ı artar.
 B) Kanın O₂ taşıma kapasitesi azalır.
 C) Kan pulcukları fibrinojen salgılar.
 D) Sistolik ve diyastolik basınç artar.
 E) H₂CO₃ daha fazla iyonlaşır.

Çünkü;

- 23) Alveollerin, küçük ve çok sayıda olmalarının nedeni aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- A) Alveolleri oluşturan hücrelerin daha az enerji harcaması
 B) Yüzey alanını arttırmak
 C) Alveollerin daha az hacim kaplamasını sağlamak
 D) Akciğerlerdeki kanın daha kısa sürede dolaşmasını sağlamak
 E) Alınan havanın daha yavaş ısıtılmasını sağlamak

Çünkü;

- 24) Aşağıdaki seçeneklerden hangisi alveol yüzeylerinin nemli olmasının bize sağladığı faydayı en iyi açıklar?
- A) Solunum sırasında birbirine temas eden dokuların zarar görmesini önler.
 B) CO_{2(g)}'nin sudaki çözünürlüğünü artırır.
 C) O_{2(g)}'nin daha hızlı çözünmesini sağlar.
 D) Alveollerdeki ani ısı değişimini önler.
 E) Alveollerin birbirine yapışmasını önler.

Çünkü;

- 25) Bir atletin deniz seviyesinde yapılacak olan yarışmaya yüksek irtifada hazırlanmasının nedeni ne olabilir?
- A) Yüksek P(O₂)'ye uyum sağlamak
 B) Kan basıncını düzenlemek
 C) Kan plazmasındaki Ca⁺² iyon derişimini arttırmak
 D) Kas dokusunu güçlendirmek
 E) Birim hacim kandaki eritrosit sayısını arttırmak

Çünkü;

- 26) Negatif basınçlı solumada, soluk alınması aşağıdakilerden hangisinin etkisi ile olur?
- A) Havanın boğazdan aşağı girmeye zorlanması
 B) Diyaframın kasılması
 C) Göğüs kafesinin gevşemesi
 D) Alveollerin genişletilmesi için akciğer kaslarının kasılması
 E) Karın kaslarının kasılması

Çünkü;

EK2. Odak Grup Görüşme Soruları

Değerli öğrenciler,

Bu görüşme az önce oluşturduğunuz model oluşturma süreci ile ilgili sizin görüşlerinizi almak için gerçekleştirilecektir. Görüşme boyunca söylediğiniz hiçbir şey not vermek amaçlı kullanılmayacaktır. Bu nedenle lütfen her biriniz olumlu-olumsuz herhangi bir görüşünüzü saklamayın. Görüşmelerimiz doktora tez için bilimsel amaçlı olarak kullanılacak olup, isimleriniz gizli tutulacaktır. Benim sorduğum sorular dışında aklınıza gelen herhangi bir soru ya da durum olursa lütfen söylemekten çekinmeyin. Görüşmelerimiz ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınacaktır. Şimdiden teşekkür ederim.

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 isteseydiniz neler yapardınız?
6. Peki, bu model size göre kavram yanılgısı oluşturur mu? Oluşturursa nelerdir?
7. Bu modeli oluşturmak size ne kattı?
8. Oluşturduğunuz modelin özgünlüğü hakkında ne düşünüyorsunuz? Özgün kısımları var mı? Varsa nelerdir?

EK3. Modellere Yönelik Etkinlik Dokümanları

MODEL 1 (GİRİŞ)Konu: *Kalp Kası***Problem**

Ebru, biyoloji dersinde kanın vücutta kalp adı verilen bir organın çalışması ile dolaştığını öğrenmiştir. Kalp ile ilgili yaptığı araştırmada kulakçıkların kanı karıncıklara; karıncıkların ise aort ve akciğer atardamarına ilettiğini öğrenmiştir. Kulakçıklar karıncıkların üst kısmında yer aldığı için kulakçıklardaki kanın yerçekimi nedeni ile karıncıklara iletilmesi çok mantıklı olarak gören Ebru, karıncıklardaki kanın nasıl yerçekiminin tersi yönündeki damarlara doğru nasıl hareket ettiğini bir türlü anlayamamıştır. Bunun nasıl gerçekleştiğini açıklayan bir model tasarlayınız.

Bilgi

Kalp, kanı kan damarlarına pompalamakla görevli hayati bir organdır. Kalp dört bölmeye ayrılmıştır. Üst bölmelere kulakçık, alt bölmelere de karıncık adı verilir. Kalbin kulakçıkları ve karıncıkları eş zamanlı olarak kasılırlar. Böylelikle kulakçıklar içerisindeki kan karıncıklara, karıncıklar içerisindeki kan ise ilgili damarlara eş zamanlı olarak iletilirler.

Problem:

.....

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

.....

Ne bilmeliyim?

.....

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

.....

Çözüm önerilerim:

.....

.....

MODEL 1 (OLUŞTURMA)

Konu: Kalp Kası

Malzemeler

- Orta boy cam kavanoz,
- Balon,
- 2 tane pipet,
- Uzun tahta ince kürdan
- Kırmızı renkli su

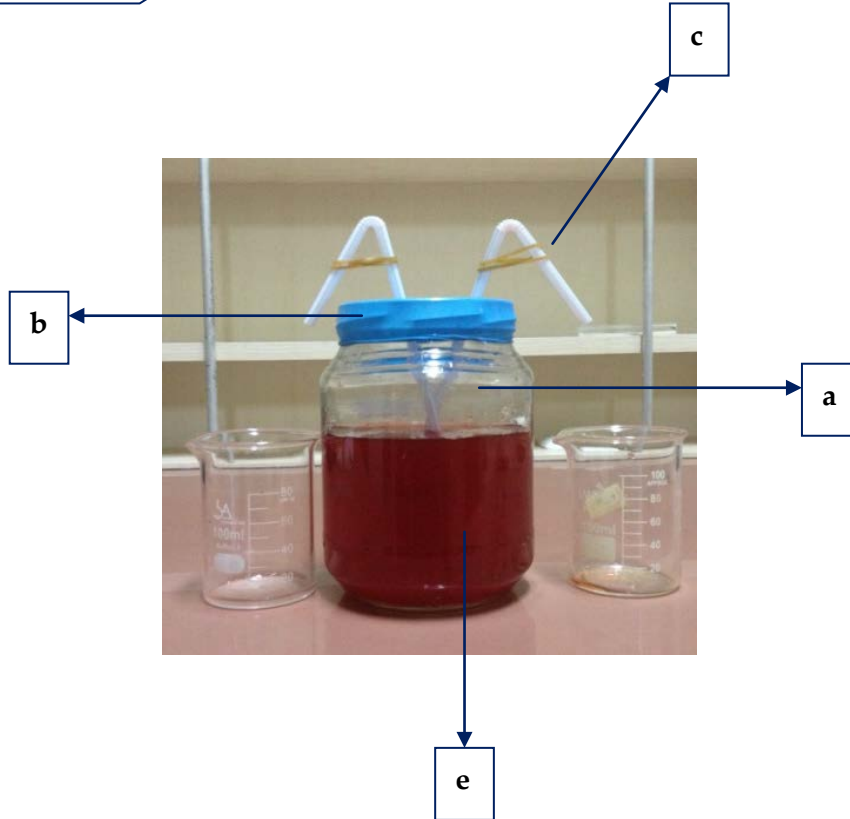
İlave Malzemeler:

- Yapıştırıcı
- Bant
- Makas
- Gıda boyası

Yapılışı

- Balonlarınızın ağız kısmını keserek resimdeki gibi dörtte biri su dolu olan kavanozunuza sıkı bir şekilde yerleştiriniz.
- Daha sonra 2 cm aralık bırakacak şekilde balondan kürdan yardımı ile iki tane küçük delik açınız.
- İki tane pipeti yavaşça bu açılan deliklere yerleştiriniz. Pipet ile balondaki delikler arasında boşluk kalmamasına dikkat ediniz. Eğer boşluk olursa yeni bir balonla yukarıdaki işlemleri tekrarlayınız.
- Balonu bastırıp tekrar bıraktığımızda suyun pipet içerisinde nasıl hareket ettiğini gözlemleyiniz.

Model Düzenegi



NOT: Dokümanın bu sayfası sadece Yapılandırılmış 3D model oluşturan gruplara verilmiştir.

MODEL 1 (DEĞERLENDİRME)

Adı-Soyadı:

Tarih:

1. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.
2. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.
3. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.

BANA GÖRE BU MODEL...

MODEL 2 (GİRİŞ)

Konu: Kalp Kapakçıkları

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 çalışmalara 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?

Bilgi



İnsan kalbinde kanın akış yönünü belirleyen iki farklı tip kapakçık bulunur. Kalbin her atışında kapakçıklar kanın düzenli olarak akışını sağlamak için açılır ve kapanırlar. Böylece kanın vücuda en etkin şekilde pompalanması mümkün olur. Kulakçıklar ile karıncıklar arasındaki kapakçıklar karıncıklara doğru tek yönde açılan solda ikili (mitral), sağda üçlü olmak üzere iki adet Atriyoventriküler (AV) kapakçık bulunur. Sağ karıncığı akciğer atardamarına ve sol karıncığı aort atardamarına bağlayan damar girişlerinde de yarım ay şeklinde iki adet üçlü kapakçıklar (seminular kapakçıklar) bulunur.

Problem:

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

Ne bilmeliyim?

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

Çözüm önerilerim:

.....

.....

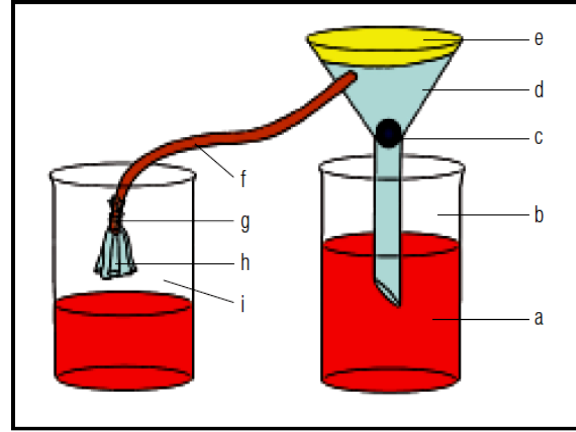
MODEL 2 (OLUŞTURMA)

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

İlave Malzemeler: Yapıştırıcı, bant, makas, gıda boyası

Şekil



Yapılışı

1. Huniyi alt kısmından yaklaşık 3cm yukarisından deliniz. Açacağınız delik kullanacağınız lastik hortuma (f) uyumlu olacak şekilde olmalıdır. Daha sonra lastik hortumu açtığınız bu delikten geçirerek bant ve yapıştırıcı ile sabitleyiniz.
2. Huninin içerisine bilyeyi (c) koyunuz.
3. Balonun (e) ağız kısmından bir miktar keserek huninin ağız kısmına geçirerek 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, içerisinde 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 2 (DEĞERLENDİRME)

Adı-Soyadı:

Tarih:

1. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.
2. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.
3. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.
4. Şekildeki balonu elimiz ile bastırduğumuzda ve çektiğimizde ne gibi değişimlerin olmasını beklersiniz? Neden?

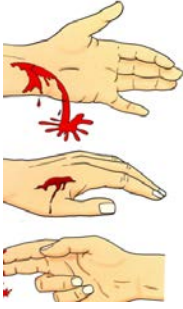


BANA GÖRE BU MODEL...

MODEL 3 (GİRİŞ)

Konu: *Atar ve kılcal damarlar*

Problem



Babası Ayşe' e yaş günü hediyesi olarak çok istediği kırmızı bisikleti hediye ediyor. Ancak Ayşe daha önce hiç kullanmadığı için korkarak bisiklete biniyor. İlk denemesinde başarılı olamıyor fakat pes etmeden tekrar deniyor. Birkaç denemeden sonra artık tam olarak kullanabildiğini düşünüyor. Yolda giderken iki elini birden havaya kaldırarak babasına kullanabildiğini göstermek istiyor fakat sert bir şekilde bisikletten düşüyor ve Ayşe'nin bileğinden kan fışkırıyor. Birkaç gün önce parmağını kestiğinde sızıntı şeklinde akan kanın şimdi hızlı bir şekilde durmadan aktığını görüyor. Babasına neden böyle olduğunu soruyor. Sizin bu sefer ki göreviniz Ayşe'nin babasına bu durumu açıklamasına yardımcı olacak bir model tasarlamak.

Bilgi

Her kalp atışında kalp, pompa gibi kanı vücuda doğru pompalar. Bazı kan damarlarında, nabız adı verilen "basınç dalgaları" hissedilir. Atardamarlar kanı kalpten vücuda ileten damarlardır ve kan bu damarlarda en hızlı akar. Kan, kalpten atardamarlara oradan daha da dar olan kılcal damarlara doğru akar. Kılcal damarlar vücuttaki en küçük kan damarlarıdır. Onlar çok ince, elastiktirler ve kan bu damarlarda en yavaş akar.

Problem:

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

Ne bilmeliyim?

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

Çözüm önerilerim:

.....

.....

.....

MODEL 3 (OLUŞTURMA)

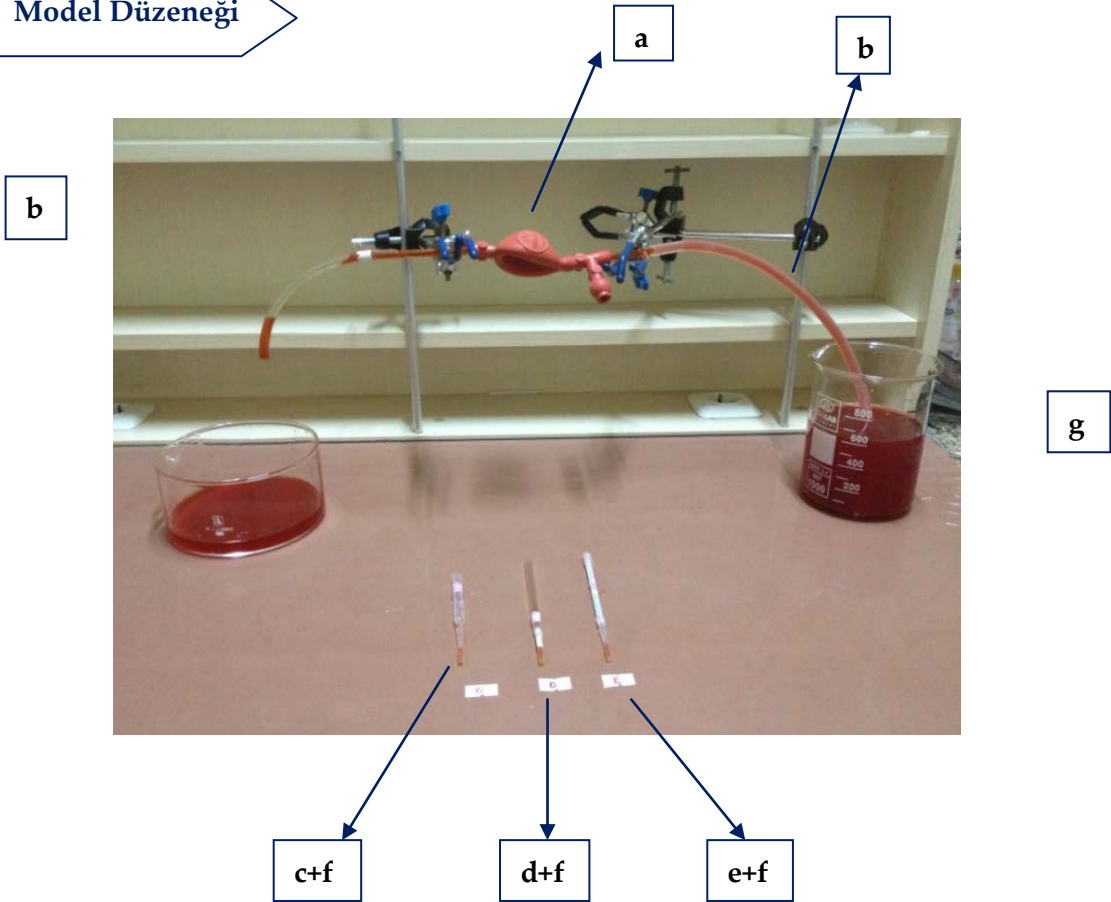
Malzemeler

- a) Puar
- b) 2 adet çapı geniş hortum
- c) 1 adet ince lastik hortum
- d) 1 adet cam tüp
- e) 1 adet küçük lastik hortum
- f) 1 adet çapı küçük hortum (d/e/f ile uyumlu)
- g) 500mL 'lik Beher

İlave Malzemeler: Yapıştırıcı, Bant, Makas, Gıda boyası

1. Puarı statif çubuğa kısıkaçlarla sabitleyerek her iki ucuna da cam çubukları yerleştiriniz.
2. Sonra iki adet çapı geniş olan hortumu(b) cam çubukların ucuna bağlayınız.
3. Puarın S ucuna bağlı olan hortumu, içerisinde gıda boyası ile renklendirilmiş su bulunan beherin içerisine yerleştiriniz.
4. Puarın A ucunda bulunan hortumun ucuna sırasıyla c+f, d+f, e+f hortumlarını deneyiniz.
5. Puarın S ucuna bastırarak puarın içerisine sıvıyı doldurunuz. Daha sonra puarı bastırarak hangi bağlantılı hortumlarda sıvının daha basınçlı çıktığını gözlemleyiniz.

Model Düzenegi



MODEL 3 (DEĞERLENDİRME)**Adı-Soyadı:****Tarih:**

1. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.
2. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.
3. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.

BANA GÖRE BU MODEL...

MODEL 4 (GİRİŞ)

Konu: *Toplardamarlar*

Problem



Ali Bey amca 30 yıllık yoğun çalışmanın ardından yeni emekli olmuş bir memurdur. İlk defa emekli maaşını almak için banka şubesine gittiğinde metrelerce uzayan kuyruğu görür ve mecburen maaşını alabilmek için kalabalıkta beklemeye başlar. Birkaç saat sonra uzun süre ve hareketsiz beklemekten dolayı bacakları ağrımaya başlar. Bunun neden kaynaklandığını öğrenerek bacaklarda toplanan kanı, kalbe geri döndürecek basıncı nasıl oluşturabileceğinize ilişkin bir model tasarlayınız.

Bilgi



Kalp atışının sebep olduğu kan basıncı kılcal damarlarda ve toplardamarlarda atardamarlarda olduğu gibi net olarak hissedilmez. Toplardamarlar etrafında kanın kalbe dönmesine yardımcı olan kaslarla çevrilidir. Birçok toplardamarda *venoz* kapakçıkları adı verilen kanın yerçekimi etkisi ile geri akmasını önleyen tek yönlü kapakçıklar bulunur.

Problem:

.....

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

.....

Ne bilmeliyim?

.....

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

.....

Çözüm önerilerim:

.....

.....

.....

.....

MODEL 4 (OLUŞTURMA)

Malzemeler

- a) ve b) 2 adet beher
- c) 10cm uzunluğunda kesilmiş iki adet yumuşak, çapı geniş hortum
- d) iki adet bilye (tek delikli tıpların dip kısmındaki oyuklara uyumlu)
- e) dört adet tek delikli tıpa (iki tanesinin dip kısmı oyuk)
- f) 30cm uzunluğunda ince hortum (tek delikli tıpaaya uygun)
- g) 10cm uzunluğunda ince hortum (tek delikli tıpaaya uygun)
- h) 500ml renklendirilmiş su

İlave Malzemeler: İki tıpayı birleştirmek için 3cm uzunluğunda hortum

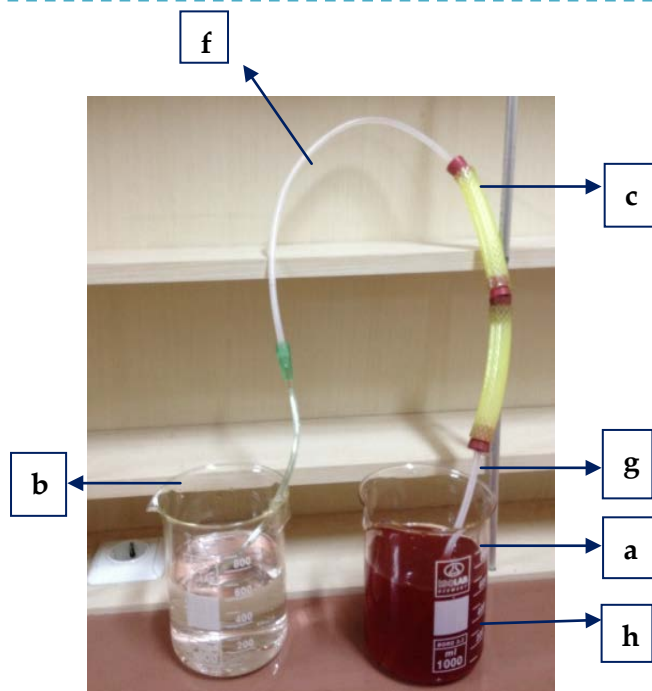
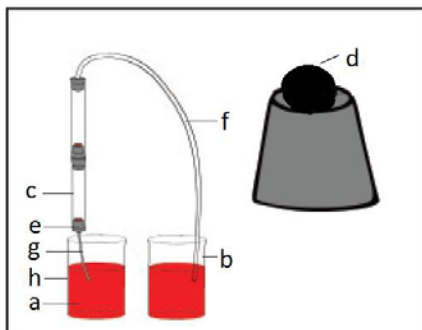


Venöz kapakçığı
temsilen tıpa ve
bilye

Yapılışı

1. Dip kısmı oyuk olan tıpalardan birinin baş kısmına 10cm lik hortumu bağlayınız.
2. 10 cm lik hortumlardan birini tıpaaya dışarıdan hava almayacak biçimde sabitleyiniz ve içerisine bir adet bilye atınız.
3. 3cm lik bağlantı hortumunu kullanarak iki adet tek delikli tıpayı baş kısımları birbirine bakacak şekilde sabitleyiniz. (Burada kullanacağınız tıpalardan birisi dip kısmı oyuk olanlardan seçilmelidir.)
4. Bir önceki basamaktaki gibi birleştirdiğiniz tıpaları dip kısmı yukarıda kalacak şekilde ikinci adımda sabitlediğiniz hortumun ucuna bağlayınız.
5. Diğer 10cm lik hortumu da bu düzeneğe bağlayınız ve içerisine bir adet bilye atınız. (Düzeneğin hava almamasına özen gösteriniz.)
6. Kalan son tıpayı ise bu 10 cm lik hortuma sabitleyiniz ve 30cm lik ince hortumu da tek delikli tıpaaya sabitleyiniz.
7. sıvı hareketini daha iyi gözlemlemek için düzeneğin 10cm lik ucunu gıda boyası ile renklendirilmiş suya, 30cm lik ucunu ise renksiz suya daldırınız.
8. 10cm uzunluğundaki çapı geniş olan hortumları sıkıp gevşeterek sıvıların hareketini gözlemleyiniz.

Model Düzeneği

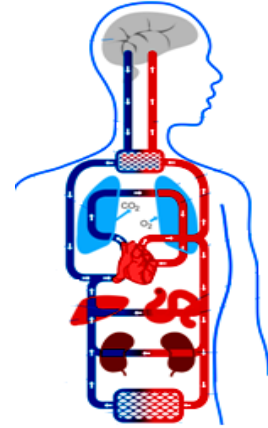


MODEL 4 (DEĞERLENDİRME)

Adı-Soyadı:

Tarih:

1. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.
2. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.
3. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.
4. Yandaki resmi dikkatlice inceleyiniz. Organların vücut içerisindeki yerleşiminin paralel olduğu dikkatinizi çekti mi? Peki, bu organlarla paralel bir şekilde damarların da paralel şekilde vücutta bulunduğu dikkatinizi çekti mi? Bu şekilde yerleşimin avantaj ve dezavantajları nelerdir? Tartışınız.



BANA GÖRE BU MODEL...

MODEL 5 (GİRİŞ)

Konu: *Dolaşım*

Problem



İnsan vücudunda atar, toplar ve kılcal damar olmak üzere üç çeşit damar bulunur. Bu damarlar bütün organların ihtiyaç duyduğu besin ve O₂ yi taşıırken aynı anda oluşan atık ve CO₂ yi de organlardan uzaklaştırırlar. Damarlarda süregelen bu değiş tokuş kalp adı verilen organın sürekli olarak kasılıp gevşemesi ile gerçekleşir. Öyle bir model yapın ki, oluşturduğunuz modelde kalbin sol karıncığından pompalanan kanın atardamar ve kılcal damar boyunca nasıl ilerleyip toplardamarlar ile kalbe geri döndüğünü gözlemleyebilelim.

Bilgi

Bir memelinin ana dolaşım sistemi onun kan dolaşım sistemidir. Bu kardiyovasküler (kalp-damar) sistemi olarak da adlandırılır. Bu sistem, kan damarları denilen borular ağıdır. Bir pompa yani kalp, kanın damarlarda sürekli akmasını sağlar. Kalp kası kasıldığında sol karıncıktan çıkan kan aorta ve oradan da atardamarlar ile tüm vücuda dağılarak O₂ yi bırakır. Kılcal damarlarda alışveriş olduktan sonra O₂ ini kaybeden kan toplardamarlar ile kalbin sağ kulakçığına gelir. Kulakçıkların kasılması ile sağ kulakçıktan sağ karıncığa geçen kan O₂ ce zenginleşmek için akciğer atardamarı ile akciğerlere gider. O₂ ce zenginleşen kan akciğer toplardamarı ile kalbin sol kulakçığına geri döner. Daha sonra sol kulakçıktaki kan karıncığa geçer ve döngü bu şekilde devam eder.

Problem:

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

Ne bilmeliyim?

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

Çözüm önerilerim:

.....

MODEL 5 (OLUŞTURMA)

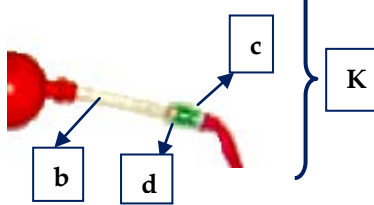
Malzemeler

- a) 1 adet Puar
- b) 3 adet plastik pipet (dip kısmı kesilmiş)
- c) 3 adet serum hortumu ucu
- d) 3 adet sibop (bisiklet tamircilerinde bulunabilir)
- e) 1 adet uzun ince balon (düz)
- f) 2 adet "+" şeklinde boru (akvaryum malzemeleri satan yerlerden bulunabilir)
- g) 3 adet 15 cm'lik ince hortum ("+" şeklindeki boruya uyumlu)
- h) 1 adet 45 cm'lik çapı kalın elastik hortum

Yapılışı

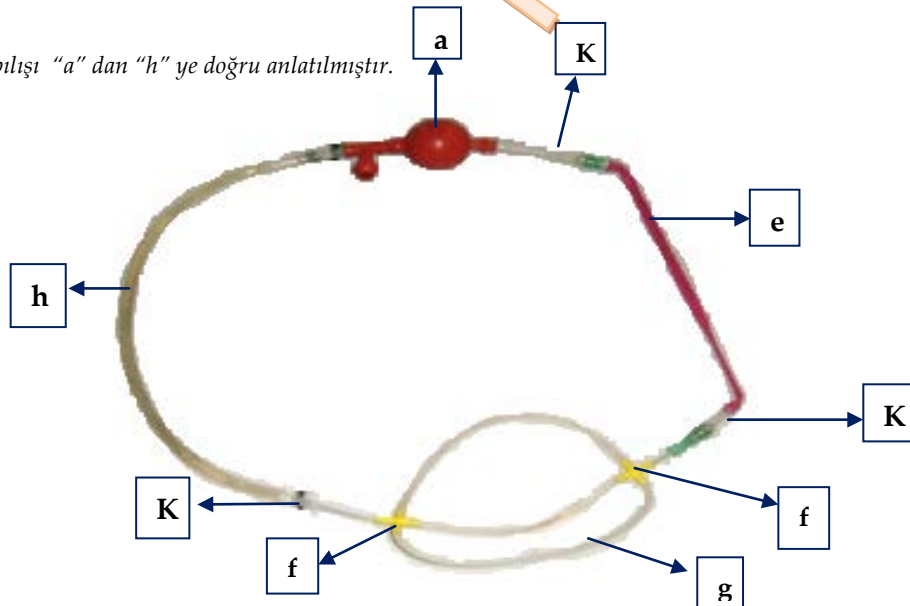
1. Öncelikle kapakçıkları oluşturmak için serum hortum uçlarının içerisine sibopları düzgün bir biçimde sıkıca yerleştiriniz.
2. Dip kısmından kesilmiş plastik pipetlerin içerisine bir önceki basamakta hazırladığınız serum ve sibopları geçirin. Kuvvetli bir yapıştırıcı kullanarak sabitleyiniz. Üç adet kapakçık oluşturmak için bunu üç kez tekrarlayınız.
3. Puarın bir ucuna plastik pipet ile hazırladığınız kapakçıklardan bir tanesini (ince ucu puara girecek şekilde) yerleştiriniz.
4. Bunun ucuna uzun ince balonu yerleştiriniz.
5. Daha sonra diğer bir hazırlanmış olduğunuz kapakçık ile birleştiriniz.
6. "+" şeklindeki ucu kapakçığın diğer ucu ile birleştiriniz. 3 adet 15cm'lik ince hortumu "+" şeklindeki boru ile birleştirerek tamamlayınız.
7. Son kalan kapakçığınızı "+" şeklindeki diğer borunun çıkışına ekleyiniz.
8. Kapakçığın diğer tarafına da 45 cm'lik çapı kalın olan elastik hortum ile birleştiriniz.
9. Son olarak açıkta kalan hortum ucunu puarın boş olan diğer ucu ile birleştiriniz.

Kapakçık



Model Düzenegi

***Modelin yapılışı "a" dan "h" ye doğru anlatılmıştır.



MODEL 5 (DEĞERLENDİRME)	
Adı-Soyadı:	Tarih:
<p>1. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.</p> <p>2. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.</p> <p>3. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.</p>	
<p>BANA GÖRE BU MODEL...</p>	

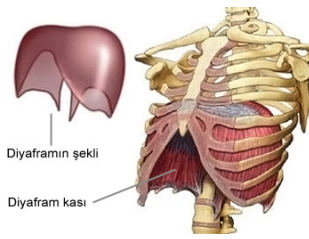
MODEL 6 (GİRİŞ)

Konu: *Diyafram*

Problem

Türkan, ilköğretim 6.sınıf öğrencisidir. Akşam televizyonun karşısında solunum sistemi konusunu çalışırken, gözü bir yarışma programına takılıyor. Programda Mustafa Sandal'ın yarışmacıya "Diyaframını daha iyi kullanmalısın. Ancak bu şekilde nefesinin, şarkının nakarat kısmının sonuna kadar yetmesini sağlayabilirsin." dediğini duyuyor. Buradan yola çıkarak fen projesi olarak diyaframın nasıl çalıştığını açıklayan bir model tasarlamaya karar verir. Tasarladığı modelde diyaframın çalışma prensibini vurgulamak istemektedir. Siz olsanız bunu nasıl yaparsınız?

Bilgi



Havayı akciğerlerin içerisine almak ve dışarı çıkarmak için sürekli olarak göğsünüzün hacmini değiştirmemiz gerekir. Havanın alınması için genişletir, daha sonra havanın sıkıştırılıp atılması için küçültürüz. Buna nefes alıp verme denir. Nefes alındığı zaman diyafram kasları kasılır. Bu hareket diyaframı aşağı çekerek toraksın hacmini artırır. Aynı anda dıştaki kaburgalar arası kaslar kasılarak göğüs kafesi yukarı ve dışa doğru çekilir. Nefes verirken diyafram kasları rahatlar. Diyafram tekrar çekilerek kubbe biçimini alır. Böylelikle göğüs kafesinin hacmi azalır ve tekrar normal pozisyonuna döner.

Problem:

.....

Amacım:

.....

Ne biliyorum?

.....

Ne bilmeliyim?

.....

Nerden Başlamalıyım?

.....

Çözüm önerilerim:

.....

MODEL 6 (OLUŞTURMA)

Malzemeler

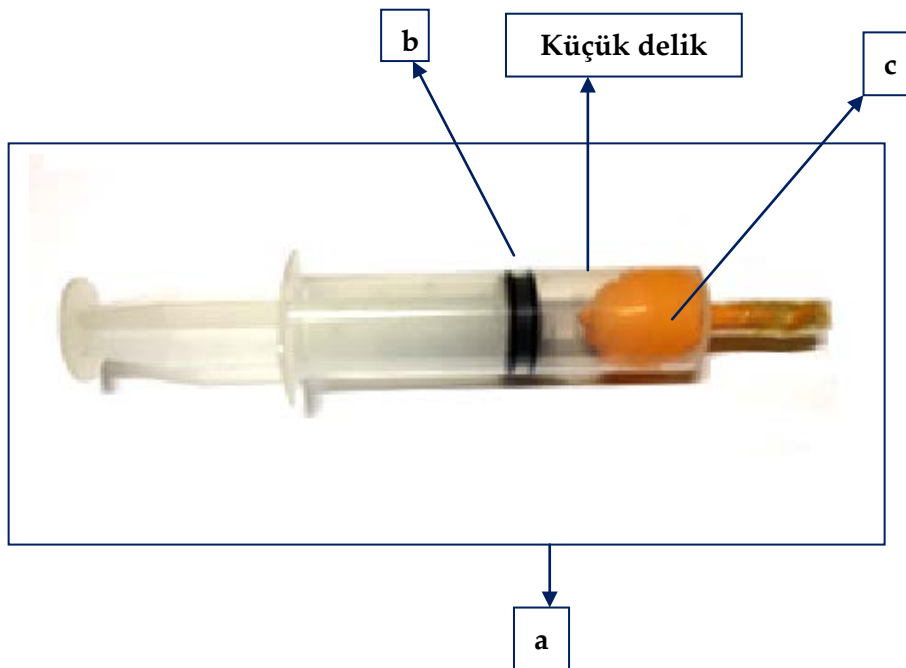
- a) 1 adet Enjektör (50 cc lik)
- b) Piston
- c) Küçük balon (su balonu)

İlave Malzemeler: Bant,
misine iplik.

Yapılışı

1. Enjektörün iğne takılan uç kısmına yakın bir noktadan küçük bir delik açınız.
2. İğne takılan uç kısımdan misine iplik geçirerek balonu ucuna bağlayınız. Bağladığınız balonu yukarı doğru misine ile çekerek sabitleyiniz.
3. Pistonu öncelikle küçük delik açıkken ileri doğru itip sonra geriye doğru çekiniz.
4. Daha sonra küçük delik kapalı iken ileri doğru itip sonra geriye doğru çekmeye çalışınız. İki durumdaki farkları tartışınız.

Model Düzenegi



MODEL 6 (DEĞERLENDİRME)	
Adı-Soyadı:	Tarih:

4. Modelinizin resmini çizerek, bu modeli oluşturmak için kullandığınız malzemeleri yazınız.

5. Modelinizdeki materyallerin vücudunuzdaki hangi yapıları temsil ettiklerine ilişkin bir tablo yapınız.

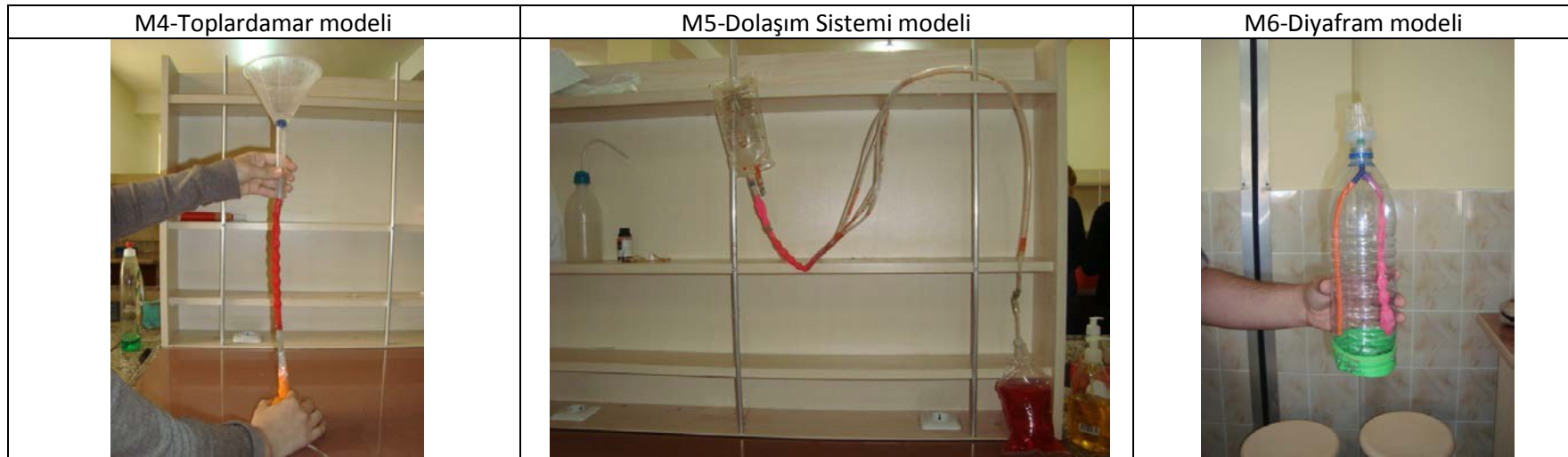
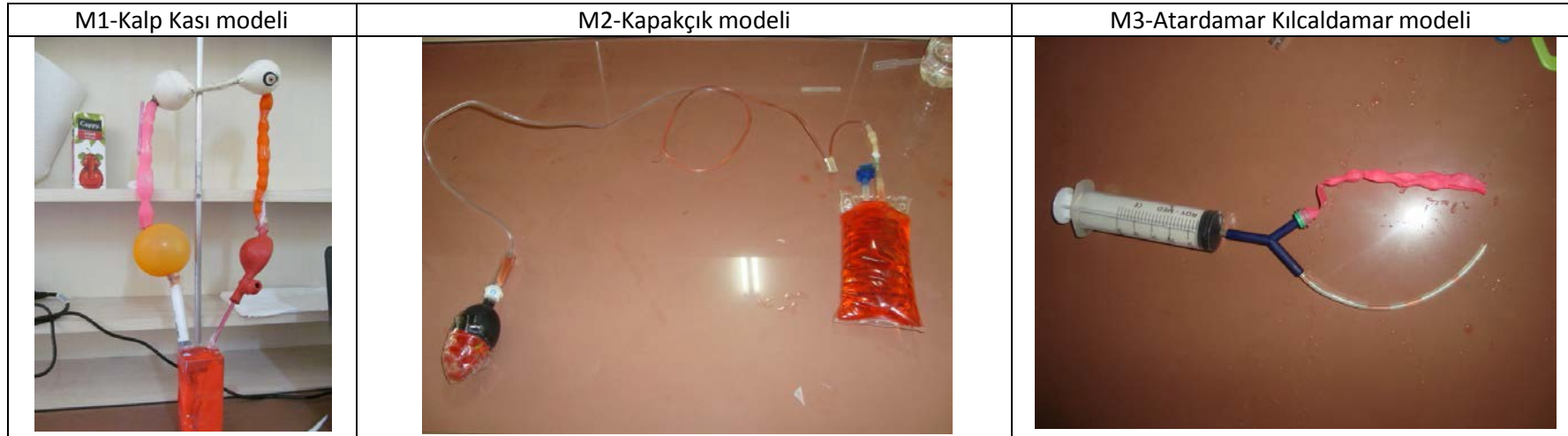
6. Modelinizin çalışmasına etki eden kuvvetler nelerdir? Açıklayınız.

BANA GÖRE BU MODEL...


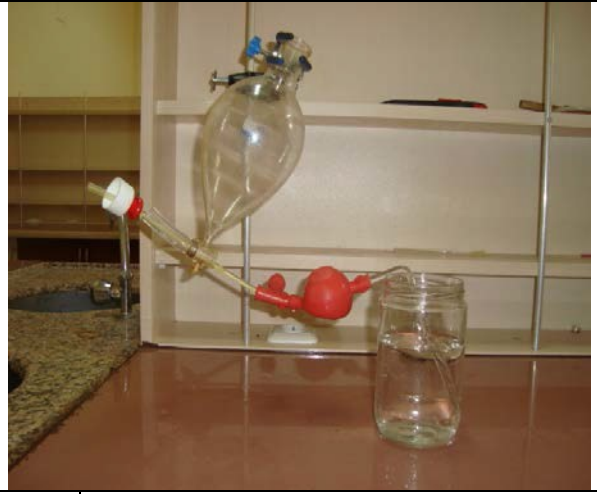




EK4. Modellerin Değerlendirilmesine İlişkin Rubrik

	0 Puan	1 Puan	2 Puan	3 Puan	4 Puan
Problemi Anlama	Problem ifade edilmemiş	Problem yanlış ifade edilmiş	Problem birçok eksikle birlikte doğru ifade edilmiş	Problem büyük oranda doğru ifade edilmiş, eksik çok az	Problem tam ve doğru bir şekilde ifade edilmiş
Amaç Belirleme	Amaç ifade edilmemiş	Amaç yanlış ifade edilmiş	Amaç birçok eksikle birlikte doğru ifade edilmiş	Amaç büyük oranda doğru bir şekilde ifade edilmiş, eksik çok az	Amaç tam ve doğru bir şekilde ifade edilmiş
Ne biliyorum?/ Ne bilmeliyim?	Problemin çözümünde gerekli olan bilgiler ifade edilmemiş	Problemin çözümünde gerekli olan bilgiler yanlış ifade edilmiş	Problemin çözümünde gerekli olan bilgiler birçok eksikle birlikte doğru ifade edilmiş	Problemin çözümünde gerekli olan bilgiler büyük oranda ifade edilmiş, eksik çok az	Problemin çözümünde gerekli olan bilgiler tam ve doğru olarak ortaya konulmuş
Çözüm Süreci (Malzeme/Ürün)	Kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar açıklanmamış	Kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar yanlış açıklanmış	Kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar birçok eksikle birlikte doğru olarak açıklanmış	Kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar büyük oranda doğru olarak açıklanmış, eksik çok az	Kullanılan malzemelerin vücutta temsil ettikleri yapılar tam ve doğru olarak açıklanmış
	Modelin çalışma prensibi ve çalışmasına etki eden faktörler açıklanmamış	Modelin çalışma prensibi ve çalışmasına etki eden faktörler yanlış açıklanmış	Modelin çalışma prensibi ve çalışmasına etki eden faktörler birçok eksikle birlikte doğru olarak açıklanmış	Modelin çalışma prensibi ve çalışmasına etki eden faktörler büyük oranda doğru olarak açıklanmış, eksik çok az	Modelin çalışma prensibi ve çalışmasına etki eden faktörler tam ve doğru olarak açıklanmış
Değerlendirme (Sağlama)	Model oluşturulmamış	Model, <i>probleme çözüm olacak şekilde</i> oluşturulmamış	Model, birçok eksikle birlikte <i>probleme çözüm olacak şekilde</i> oluşturulmuş	Model, büyük oranda <i>probleme çözüm olacak şekilde</i> oluşturulmuş, eksik çok az	Model, <i>probleme çözüm olacak şekilde</i> oluşturulmuş
	Model oluşturulmamış	Model, oluşturulmuş fakat <i>işlevsel</i> değil	Model, birçok eksikle birlikte <i>işlevsel</i> olacak şekilde oluşturulmuş	Model, büyük oranda <i>işlevsel</i> olacak şekilde oluşturulmuş, eksik çok az	Model, <i>işlevsel</i> olacak şekilde oluşturulmuş
	Model oluşturulmamış	Model, oluşturulmuş fakat <i>kullanışlı</i> değil	Model, birçok eksikle birlikte <i>kullanışlı</i> olacak şekilde oluşturulmuş	Model, büyük oranda <i>kullanışlı</i> olacak şekilde oluşturulmuş, eksik çok az	Model, <i>kullanışlı</i> olacak şekilde oluşturulmuş

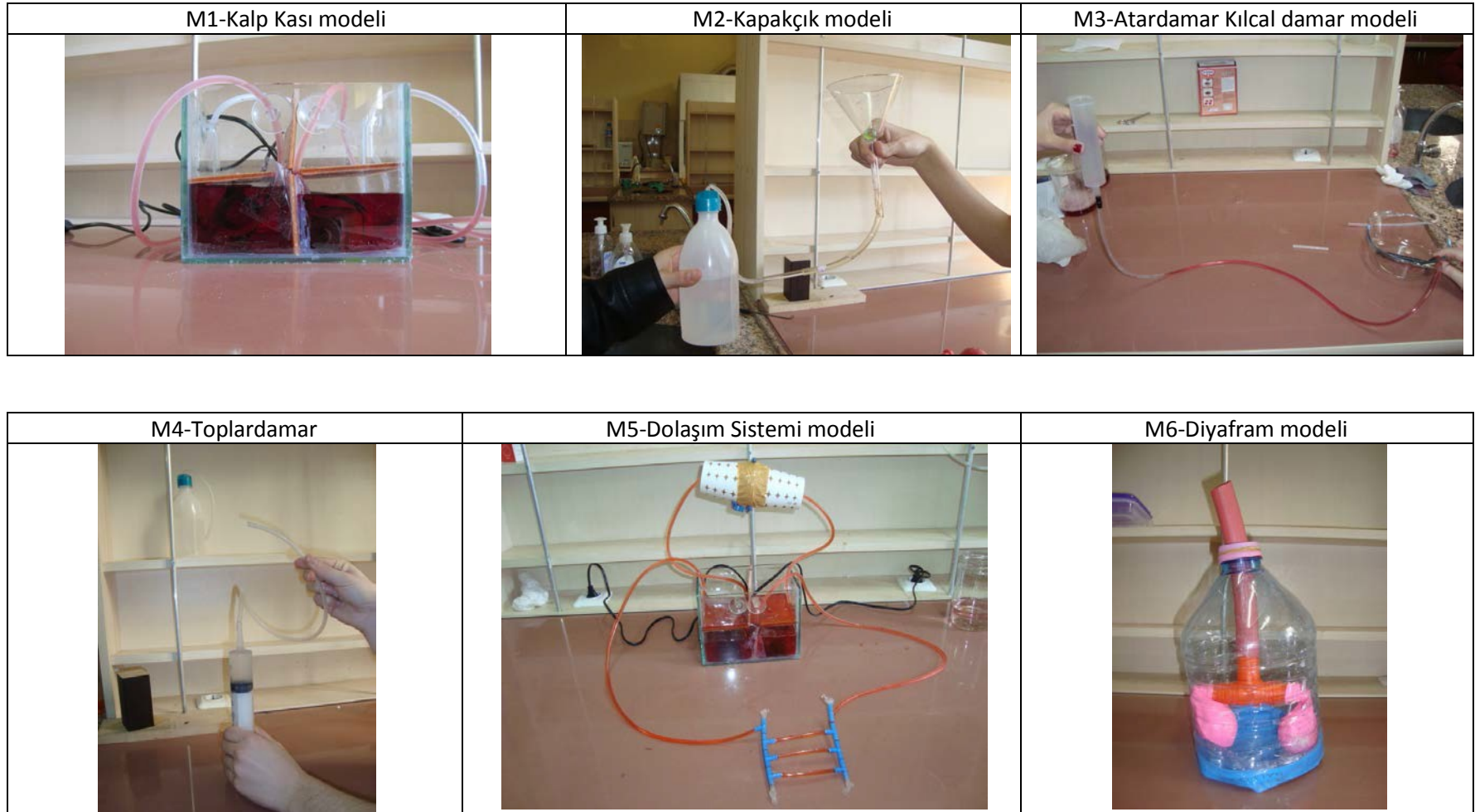
EK5. Deney 1 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller



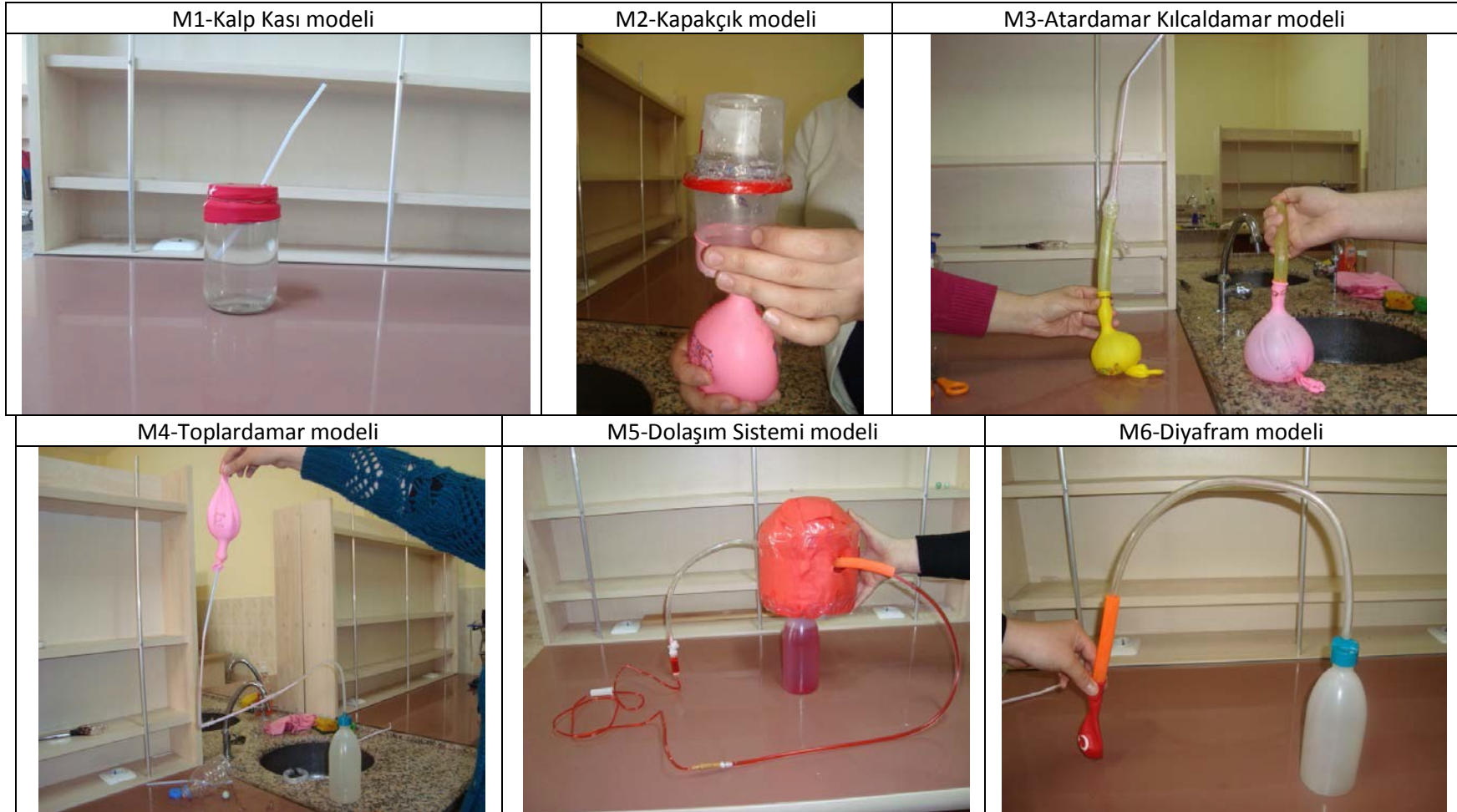
Grup_DİNAMİK

<p>M1-Kalp Kası modeli</p> 	<p>M2-Kapakçık modeli</p> 	<p>M3-Atardamar Kılcaldamar modeli</p> 
<p>4-Toplardamar modeli</p> 	<p>M5-Dolaşım Sistemi modeli</p> 	<p>M6-Diyafram modeli</p> 

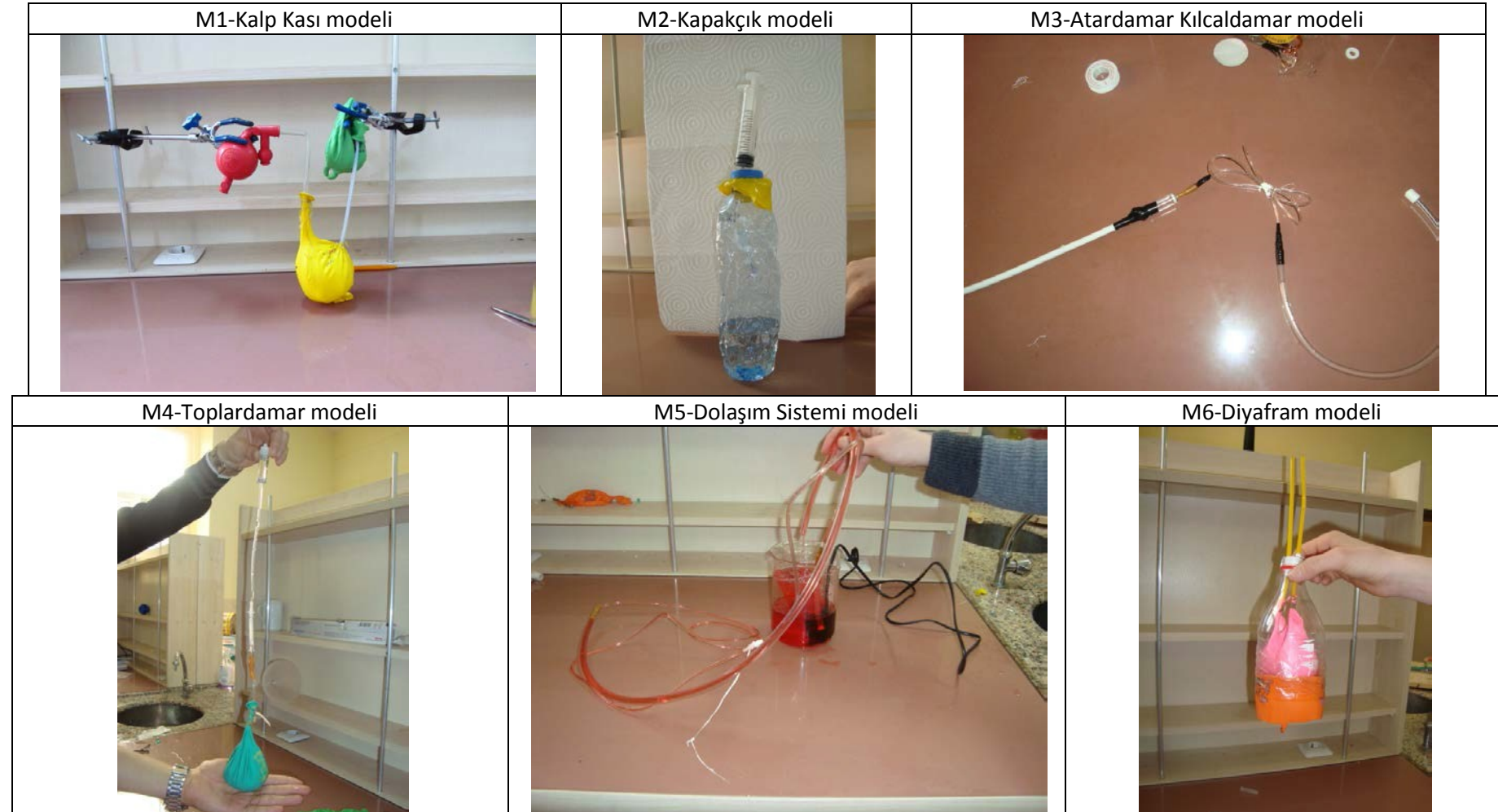
Grup_DİZAYN



Grup_DEFNE

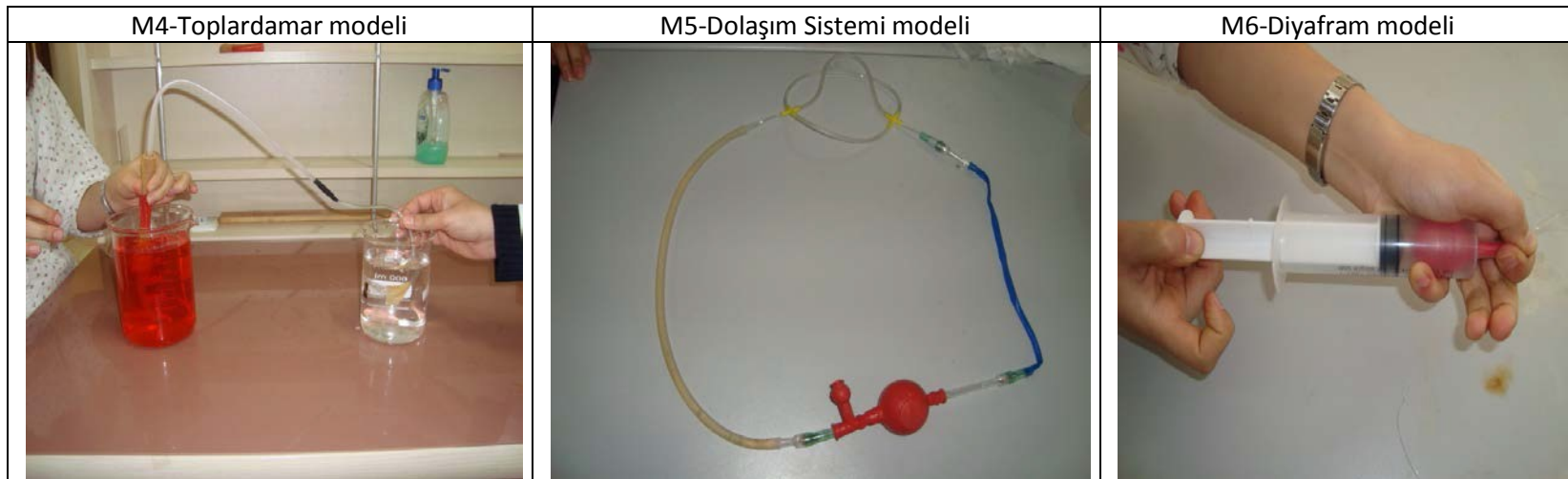
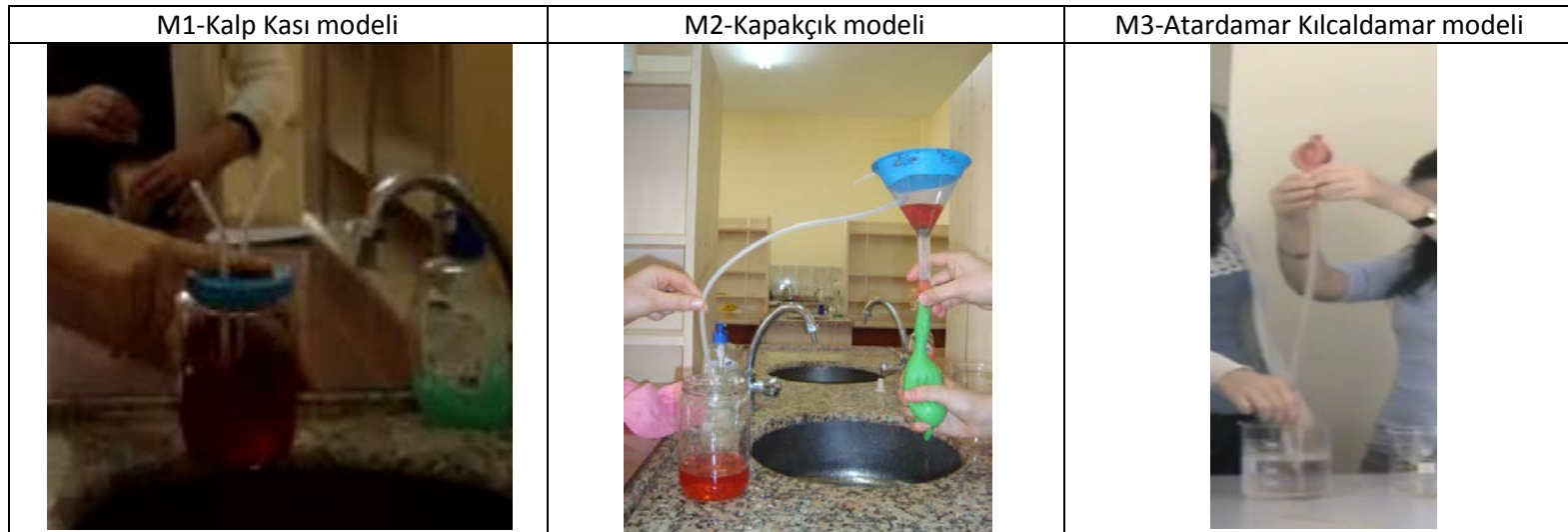


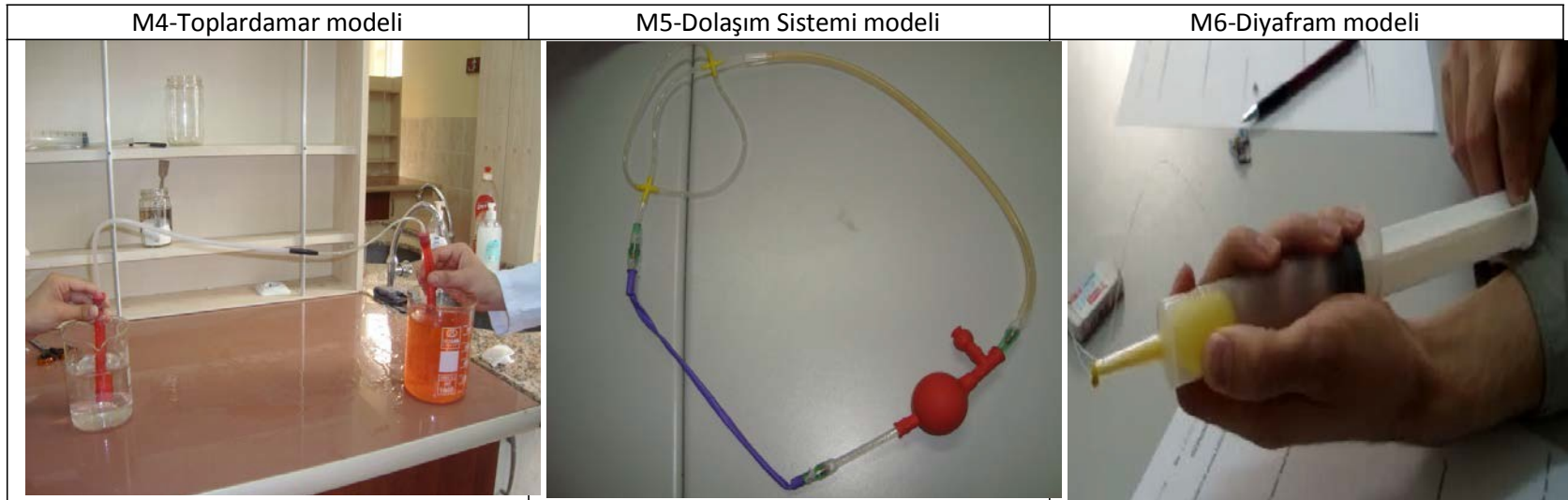
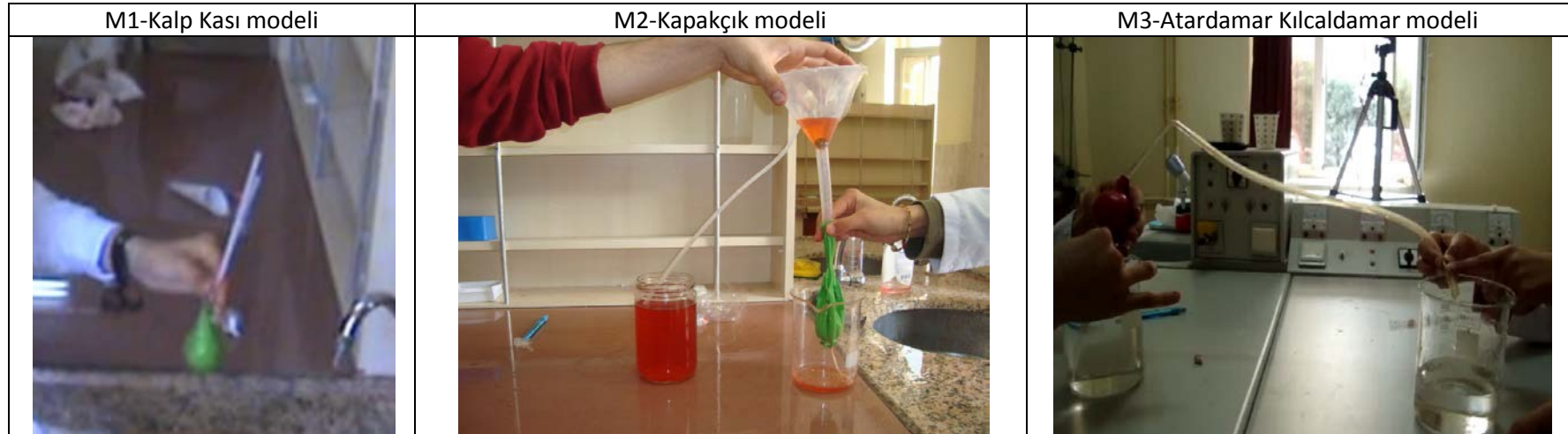
Grup_DÜNYA



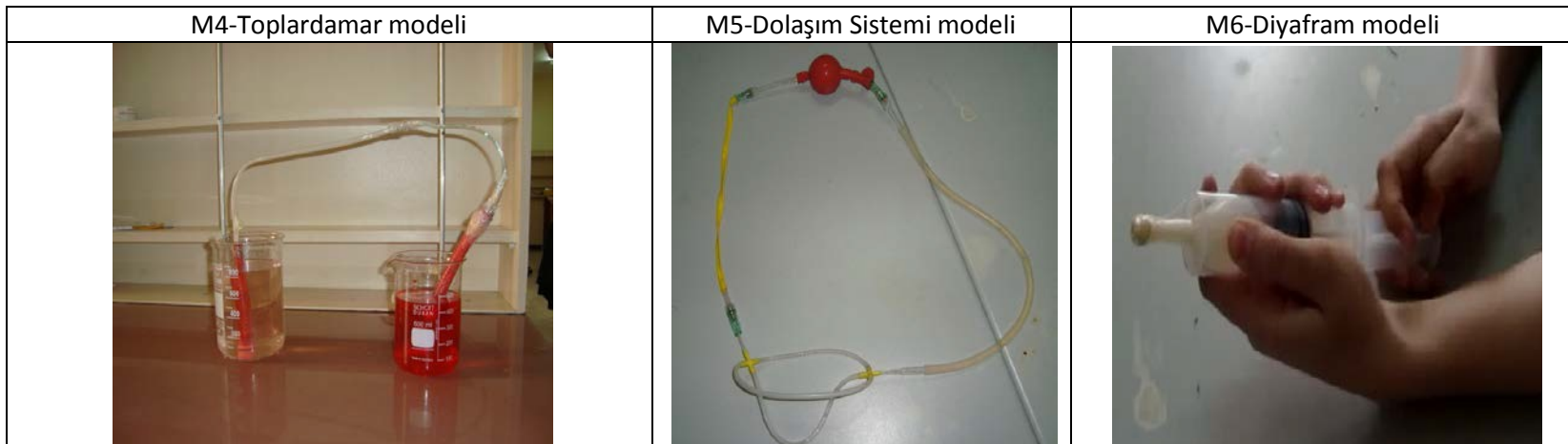
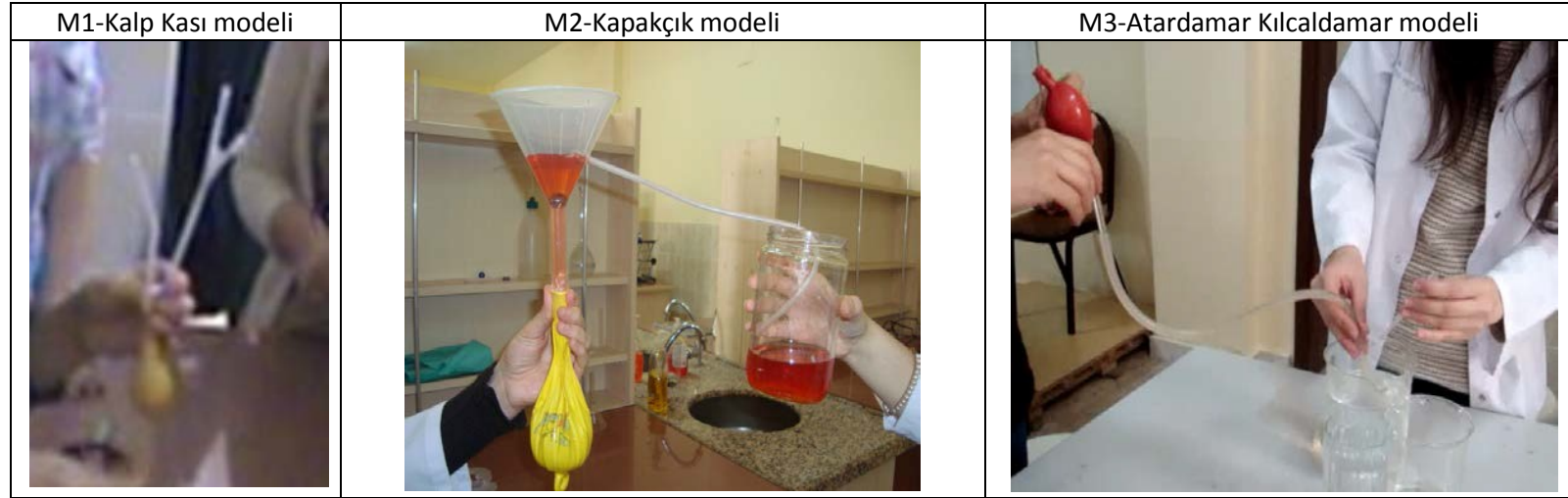
Grup_DEĞİŞİM

EK6. Deney 2 Grubundaki Alt Grupların Oluşturdukları Modeller





Grup_EKİN



Grup_EYLEM

