T.C.
ADIYAMAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ÜST BİLİŞSEL STRATEJİLERE DAYALI BAĞLAM TEMELLİ DOĞRUDAN YANSITICI BİLİMİN DOĞASI ÖĞRETİMİ YAKLAŞIMININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA VE BU ANLAYIŞLARIN KALICILIĞINA ETKİSİ

ÜMİT DURUK

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

2017

T.C.

ADIYAMAN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÜMİT DURUK

Doktora Tezi

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

Bu tez 13/10/2017 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile kabul edilmiştir.

BAŞKAN
Prof. Dr. Şeref Kaptan GÖNEN
.....
.....

ÜYE
Prof. Dr. Abdulkadir MASKAN
.....
.....

ÜYE
Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
.....
.....

ÜYE
Prof. Dr. Murat AYDIN
.....
.....

ÜYE
Doç. Dr. Abuzer AKGÜN
.....
.....

.....

Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

ÜST BİLİŞSEL STRATEJİLERE DAYALI BAĞLAM TEMELLİ DOĞRUDAN YANSITICI BİLİMİN DOĞASI ÖĞRETİMİ YAKLAŞIMININ FEN BİLİMLERİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA VE BU ANLAYIŞLARIN KALICILIĞINA ETKİSİ

Ümit DURUK

Adıyaman Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Abuzer AKGÜN
Yıl:2017, Sayfa sayısı: 372

Jüri: Prof. Dr. Selahattin GÖNEN (Başkan)
: Doç. Dr. Abuzer AKGÜN
: Prof. Dr. Abdulkadir MASKAN
: Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
: Prof. Dr. Murat AYDIN

Bu araştırmanın amacı üst bilişsel stratejilere dayalı bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Ön test-son test kontrol gruplu tam deneysel modele göre yürütülen bu araştırmanın örneklemini 65 fen bilimleri öğretmen adayı oluşturmuştur. Veriler Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği Formu (VNOS-C) (Lederman vd. 2002) ve Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği (Özcan 2011) ile toplanmıştır. Formdan elde edilen veriler Jones (2010) tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı ile nitel olarak analiz edilirken, ölçekten elde edilen veriler nicel olarak analiz edilmiştir. Uygulama öncesinde katılımcılar rastgele kontrol ve deney grubuna atanmıştır. Kontrol grubunda bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilirken, deney grubunda bu öğretime ek olarak katılımcıların uygulama boyunca bazı üst bilişsel stratejileri kullanmaları sağlanmıştır. Bu araştırma kapsamında yürütülen bağlam temelli bilimin doğası öğretiminde; hem bağlam temelli olmayan (jenerik etkinlikler) hem de bağlam temelli olan (sosyobilimsel konular) bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda; ders içi ve ders dışı üst bilişsel stratejiler kullanılmıştır. Ders içi stratejiler olarak okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları, KWL formları, zihin haritaları; ders dışı stratejiler olarak ise üst biliş eylem planları, bilim felsefecileri hakkında hazırlanan posterler ve dramatizasyon kullanılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası anlayışlarını derinleştirmelerini amaçlayan bu stratejiler, bağlam

yönünden üst düzeyde bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimiyle bütünleştirilmiştir.

Araştırmanın sonunda, uygulama öncesinde katılımcıların büyük bir kısmının tüm bilimin doğası bileşenlerinde yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Elde edilen nicel veriler incelendiğinde, kontrol ve deney grupları arasında; bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması, bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi ve teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenlerinde deney grubu lehine anlamlı farkın olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Ölçeğin tamamından elde edilen ortalamalar incelendiğinde, yine deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu gözlenmiştir. Bu durum üst bilişsel stratejilere dayalı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının bağlam temelli öğretime göre daha etkili olduğunu göstermiştir. Nicel verilerin nitel verilerle desteklenmesi ve güvenirliğinin sorgulanması amacıyla yapılan nitel analizler sonucunda, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının uygulama sonrasında kontrol grubunda yer alan katılımcıların özellikle bilimsel bilginin teori kökenli olması ve bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenlerindeki bilgili görüşlerinin artırılmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Uygulama sonrasında deney grubunda yer alan katılımcıların ise özellikle bilimsel bilginin değişebilir olması (+43.750), bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı olması (+37.500) ve teori ve kanunlarının farklı türde bilgiler olması (+21.875) bileşenlerindeki bilgili görüşlerinin arttığı ve bu artışların kontrol grubundaki artışlara oranla daha yüksek olduğu görülmüştür.

Kalıcılığa ilişkin bulgular incelendiğinde, kontrol grubundaki katılımcıların, son testlerle karşılaştırıldığında, bilgili anlayışlarında en fazla bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşeninde düşüş yaşadıkları (-21.21), kanıta dayalı olma ve çıkarımlara dayalı olma bileşenlerinde ise son test değerlerini aynen korudukları görülmüştür. Son testlerle karşılaştırıldığında, deney grubunda yer alan katılımcıların en fazla düşüşü yaratıcılık ve hayal gücü bileşeninde (-15.625) yaşadıkları görülmüştür. Böylece, kontrol grubunda görülen en yüksek artışın, kontrol ve deney gruplarında görülen kalıcılık düşüşleriyle değer aralıklarında yer aldığı çıkarımı yapılabilir. Nicel ve nitel verilere ilişkin bulgular birlikte incelendiğinde, deney grubunda yer alan katılımcıların bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşeninde hem nicel bulgular yönünden hem de nitel bulgular yönünden kontrol grubuna göre daha kayda değer gelişim sergilediği görülmüştür. Nicel analizde anlamlı farkın tespit edildiği bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşeninde ise, deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşende nitel analizlerde yetersiz görüşlerini %50 azalttıkları ve bilgili görüşlerini +15.625 artırdıkları görülmüştür. Dolayısıyla, üst bilişsel stratejilere dayalı bağlam temelli bilimin doğası öğretiminin bu bileşene ilişkin anlayışların geliştirilmesinde etkili olduğu ancak kalıcılık yönünden kontrol grubunda uygulanan bağlam temelli öğretimle benzer oranlarda, düşük kalıcılık sağladığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Üst Biliş, Üst Bilişsel Stratejiler, Bilimin Doğası, Bağlam Temelli Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi, Bilim Felsefesi, Sosyobilimsel Konular

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECT OF METACOGNITIVE STRATEGIES EMBEDDED IN CONTEXTUALIZED NATURE OF SCIENCE INSTRUCTION ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' UNDERSTANDINGS OF NATURE OF SCIENCE AND THE RETENTION OF THESE UNDERSTANDINGS

Ümit DURUK

Adıyaman University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Elementary Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Abuzer AKGÜN
Year: 2017, Number of pages: 372

Jury: Prof. Dr. Selahattin GÖNEN
: Assoc. Prof. Dr. Abuzer AKGÜN
: Prof. Dr. Abdulkadir MASKAN
: Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ
: Prof. Dr. Murat AYDIN

The purpose of the current study was to investigate the effect of metacognitive strategies embedded in explicit-reflective nature of science instruction contextualized in relation to two relatively unfamiliar contexts on preservice science teachers' understandings of nature of science (NOS). Pretest, posttest control group true design was used to assess a total of 65 preservice science teachers' NOS understandings. Data were collected through Views of Nature of Science Questionaire (VNOS-C) developed by Lederman et al. (2002) and Views of Nature of Scientific Knowledge Questionaire developed by Özcan (2011). Data collected by VNOS-C were qualitatively analysed according to a rubric put forward by Jones (2010), while the data collected by the other were analysed quantitatively. At the outset of NOS instruction, participants were completely randomized into groups called intervention group (N:33) and control group (N:32). Participants in the intervention group were made to use additional metacognitive strategies together with contextualized NOS instruction compared to those in the control group solely involved in contextualized NOS instruction. In the study, contextualized NOS instruction included both generic NOS activities as noncontextualized instruction and socioscientific issues as contextualized instruction. These activities were supported by the use of actual reading texts about science in the context of science content. Additionally, socioscientific issues were used as inner context in order participants to gain deeper understandings of nature of science in subsequent two weeks. The other context was philosophy of science (POS) as an outer context. Discussions related to POS were moderated by the researcher in the exclusive sessions. In these sessions, both control

and intervention groups participated in the reading texts related to history/philosophy of science had a chance to discuss their views with their possible improved NOS understandings. The discussions were then proceeeded by participants in both groups putting forward the views belong to their own philosophers in the philosophy of science. Metacognitive strategies utilized in the intervention group were divided into two parts each of called as inner and outer of courses. Reflection papers related to actual reading texts, KWL forms and mind maps were inner metacognitive strategies; while metacognitive course of action, posters about philosophers in philosophy of science and dramatization about philosophers of science were in outer context. These strategies helpful for gaining deeper NOS understandings were integrated into highly-contextualized NOS instruction.

Results showed that initially participants in both groups held many naïve NOS understandings of all NOS aspects. Viewing quantitative data, there was a statistically significant difference between on behalf of intervention group in terms of three NOS aspects including inferential, sociocultural and theory-law ($p<0.05$). This difference is also valid for the whole questionaire on behalf of intervention group. Consequently, it was concluded that metacognitive strategies embedded in contextualized explicit-reflective NOS instruction was more influential than contextualized explicit-reflective NOS instruction. Qualitative analysis showed that contextualized explicit-reflective NOS instruction is influential especially in the aspects of theory-laden and sociocultural in the control group. There was no increase in informed NOS understandings related to the aspects of inferential and empirical. However, none of these increases were more than 15%. Participants in the intervention group improved their informed understandings in terms of tentativeness (+43.750), creativeness (+37.500) and theory-law (+21.875). These increases were higher compared to those gained in the control group. This result might be associated with; participants joined in the discussions of reading texts from history/philosophy of science with new perspectives belong to philosophers of science, performed a drama about the philosophers of science and finally used metacognitive course of action. In addition, participants in the intervention group used KWL forms, drew mind maps. These strategies also might have an effect on these increases.

Findings from retention test showed that the highest decrease was in the sociocultural aspect of NOS (-21.21) in the control group, compared to post tests. However, empirical and inferential aspects were retained. In addition, participants in the intervention group experienced the highest decrease (-15.625) in creativeness aspect of NOS. Findings from both quantitative and qualitative analysis showed that participants in the intervention group improved their NOS understandings mostly in sociocultural NOS aspect compared to those in the control group. Rather, participants in the intervention group decreased their naïve NOS understandings (50%) and increased their informed NOS understandings (+15.625) in terms of inferential aspect having a statistically significant difference in quantitative analysis of post test. Consequently, it might be concluded that metacognitive strategies embedded in contextualized explicit-reflective NOS instruction is effective improving informed NOS understandings.

Key Words: Metacognition, Metacognitive Strategies, Nature of Science, Contextualized Explicit-Reflective Nature of Science Instruction, Philosophy of Science, Socioscientific Issues

TEŞEKKÜR

"Bilim olmadan yapılan bilim felsefesi boştur, bilim felsefesi olmadan yapılan bilim ise kördür" demiş bir zamanlar Immanuel Kant. Bu araştırmanın yapılmasına esin kaynağı olan söz belki de tam olarak buydu. Günler hızla ilerliyor ve yeni şeyler öğrendikçe halihazırda ne kadar az şey bildiğimin farkına varıyorum. Einstein'ın dediği gibi bir gün bir ışık demetinin üzerinde olabilirsem dünyanın nasıl görüneceğini merak edenlerden biriyim. Feyerabend okuduğumdan beri sabit bir akla veda etmiş, Foucault okuduktan sonra da ahlakı bilim yapma pratiğinin içine yerleştirmiş biri olarak bu araştırmaya emek veren kişilerden bahsetmem gerektiğini düşündüm.

Bu araştırmanın tamamlanmasında en büyük gizli kahramanlar onlar aslında. Her başarınızdan sonra gözlerinin içi parlayan bir anne ve babaya sahip olmak paha biçilemez bir duygu! Onların güveni ve desteği olmadan eminim ki bu araştırma bilim felsefesinden nasibini alamamış olan kör bir bilime dönerdi. Bilimin kanıta dayalı sonuçları hedeflediğini biliyoruz ancak sevginin gücüne de daima inanmak lazım! Anne ve babama… Bugüne gelmemdeki en ufak teveccühünüz için dahi sonsuz teşekkür ederim.

En büyük teşekkürlerimden biri de babam kadar yakın gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Abuzer Akgün'e… Doktora sürecindeki zor ve sıkıntılı günlerimde bana sahip çıkan ve bana daima güvenen, görüşlerime ve değerlerime saygı duyan ve beni her konuda cesaretlendiren hocama teşekkürlerimi sunuyorum.

Bu araştırmaya değerli önerilerileriyle destekte bulunan ve araştırmaya ilişkin bilgilerimi tartışma fırsatı bulduğum Prof. Dr. Selahattin Gönen, Prof. Dr. Abdulkadir Maskan, Prof. Dr. Ramazan Gürbüz ve Prof. Dr. Murat Aydın hocalarıma en içten saygılarımı sunuyorum.

Araştırma sürecinde üretilen fikirleri rahatlıkla paylaşabildiğim, görüşlerinden faydalandığım, tezin düzenlenmesi konusunda da değerli katkılarına minnettar olduğum çalışma arkadaşım Fuat Tokur'a, tezin yazımı boyunca yoğun bir çaba gösteren ve bir araştırmacı olarak ciddi bir potansiyele sahip olduğunu düşündüğüm yüksek lisans öğrencimiz Betül Kılıç'a ve son olarak verilerin incelenmesinde kullanılan puanlama anahtarının kullanımı konusunda yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Kader Bilican'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Ümit DURUK

İÇİNDEKİLER

ÖZET……..i
ABSTRACT…….iii
TEŞEKKÜR……..v
İÇİNDEKİLER vi
ÇİZELGELER DİZİNİ xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....xiii
1. GİRİŞ…….. 1
1.1. Problem Durumu…….…….…….....14
1.2. Araştırmanın Amacı.....21
1.3. Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi……...21
1.4. Araştırmanın Varsayımları.....23
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları.....24
2. KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 27
2.1. Kuramsal Bilgiler.....27
2.1.1. Bilimi niteleyen özellikler.....27
2.1.1.1. Bilim olgusaldır.....29
2.1.1.2. Bilim mantıksaldır.....30
2.1.1.3. Bilim nesneldir.....30
2.1.1.4. Bilim eleştireldir.....31
2.1.1.5. Bilim genelleyicidir.....31
2.1.1.6. Bilim seçicidir.....32
2.1.2. Bilim felsefesi 32
2.1.2.1. Bilime ilişkin ontolojik ve epistemolojik tartışmalar.....42
2.1.2.1.1. Empirizm 43
2.1.2.1.2. Rasyonalizm 43
2.1.2.1.3. Pragmatizm.....43
2.1.2.1.4. Pozitivizm.....44
2.1.3. Bilim felsefecileri.....46
2.1.3.1. Auguste Comte.....46
2.1.3.2. Karl Raimund Popper.....47

2.1.3.3. Thomas Kuhn 49
2.1.3.4. Imre Lakatos 49
2.1.3.5. Paul Feyerabend 51
2.1.4. Bilimsel okuryazarlık 53
2.1.4.1. Bilimin doğası 60
2.1.4.2. Bilimin doğası öğretimi 64
2.1.4.2.1. Bilimin doğası bileşenleri 65
2.1.4.2.1.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması 65
2.1.4.2.1.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması 66
2.1.4.2.1.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması 66
2.1.4.2.1.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması 68
2.1.4.2.1.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması 68
2.1.4.2.1.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması 69
2.1.4.2.1.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi 69
2.1.4.3. Bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar 70
2.1.4.3.1. Tarihsel yaklaşım 71
2.1.4.3.2. Dolaylı yaklaşım 72
2.1.4.3.3. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım 72
2.1.4.3.3.1. Bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi 74
2.1.4.3.3.2. Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi 75
2.1.4.3.3.2.1. Bilim felsefesi bağlamında bilimin doğası öğretimi 76
2.1.4.3.3.2.2. Sosyobilimsel konular bağlamında bilimin doğası öğretimi 79
2.1.4.4. Bilimin doğası ile ilgili araştırmalar 85
2.1.4.4.1. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları ile ilgili araştırmalar 85
2.1.4.4.2. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ile ilgili araştırmalar 100
2.1.5. Üst biliş 104
2.1.5.3. Üst bilişsel stratejiler 108
2.1.5.3.1. Okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları 110
2.1.5.3.2. Ne Biliyorum-Ne Öğrenmek İstiyorum-Ne Öğrendim formları 110

2.1.5.3.3. Zihin haritaları 112
2.1.5.3.4. Üst biliş eylem planları 112
2.1.5.3.5. Grup etkinliği: Dramatizasyon 113
2.1.5.3.6. Dönem sonu grup ürünü, poster hazırlama: "Bilim felsefecilerini tanıyalım" 114
2.1.5.4. Üst biliş ile ilgili araştırmalar 114
3. MATERYAL VE YÖNTEM 120
3.1. Araştırmanın Modeli 120
3.2. Evren ve Örneklem 122
3.3. Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi 123
3.4. Veri Toplama Araçları 125
3.4.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği 126
3.4.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu 127
3.5. Araştırmanın Uygulama Süreci 128
3.5.1. Deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalar 145
3.6. Veri Analizi 148
3.6.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen verilerin analizi 148
3.6.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formundan elde edilen verilerin analizi 148
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik 149
3.7.1. Geçerlik 149
3.7.2. Güvenirlik 150
4. BULGULAR VE TARTIŞMA 152
4.1. Katılımcıların Bilimin Doğası Anlayışlarına İlişkin Bulgular 152
4.1.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma 153
4.1.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formundan elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma 158
4.1.2.1. Ön testlerden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma 158
4.1.2.1.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 161

4.1.2.1.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 171
4.1.2.1.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 181
4.1.2.1.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 187
4.1.2.1.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 193
4.1.2.1.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 198
4.1.2.1.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 203
4.1.2.2. Son testlerden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma ... 208
4.1.2.2.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 212
4.1.2.2.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 225
4.1.2.2.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 236
4.1.2.2.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 241
4.1.2.2.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 249
4.1.2.2.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 255
4.1.2.2.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 261
4.1.2.3. Kalıcılık testinden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma 267
4.1.2.3.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 271

4.1.2.3.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 276
4.1.2.3.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 282
4.1.2.3.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 284
4.1.2.3.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 288
4.1.2.3.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 291
4.1.2.3.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma 296
5. SONUÇLAR 301
5.1. Sonuçlar 301
5.2. Öneriler 308
KAYNAKLAR 311
EKLER 335
EK 1. Tez Uygulama İzni 335
EK 2. Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği Formu (VNOS-C) 336
EK 3. Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin İnanışlar Ölçeği (Özcan 2011) 344
EK 4. Güncel Bilimsel Olaylara İlişkin Okuma Parçaları 345
EK 5. Jenerik Etkinliklere İlişkin Örnek Yansıtma Raporları 349
EK 6. Örnek "Ne Biliyorum-Ne Öğrenmek İstiyorum-Ne Öğrendim" Formları 353
EK 7. Üst Biliş Eylem Planı 355
EK 8. Örnek Zihin Haritaları 356
EK 9. Ders İçi Uygulamalara İlişkin Resimler 358
EK 10. Bilim Felsefesine İlişkin Grup Posterleri 360
EK 11. Bilimin Doğasına İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı (Jones 2010) 368
ÖZGEÇMİŞ 371

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Algısal/çıkarımsal ve nesnel/öznel olgu ayrımı 37
Çizelge 2.2. Dilsel düzey ve kapsam yönünden genellemeler 40
Çizelge 2.3. Geleneksel ve çağdaş bilim paradigmaları 55
Çizelge 2.4. Bilim insanlarının rolü 56
Çizelge 2.5. Bilimsel bilgi 58
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan deneysel modele ilişkin uygulama süreci 121
Çizelge 3.2. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği 127
Çizelge 3.3. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan soru maddeleri 128
Çizelge 3.4. Bilimin doğası bağlamında kullanılan bilim felsefesi konuları ve ilişkili okuma parçaları 130
Çizelge 3.5. Kontrol ve deney gruplarında gerçekleştirilen bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi 143
Çizelge 3.6. Kontrol ve deney gruplarında gerçekleştirilen bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi 144
Çizelge 4.1. Nicel bulguların ön testlerine ilişkin normallik testi sonuçları 153
Çizelge 4.2. Nicel bulguların son testlerine ilişkin normallik testi sonuçları 153
Çizelge 4.3. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen güvenirlik katsayıları 154
Çizelge 4.4. Ön teste ilişkin deney grubu ve kontrol grubu için t-testi sonuçları 154
Çizelge 4.5. Ön teste ilişkin t-testi sonuçları 155
Çizelge 4.6. Son teste ilişkin deney grubu ve kontrol grubu için t-testi sonuçları 156
Çizelge 4.7. Testte yer alan alt boyutlara ilişkin t-testi sonuçları 156
Çizelge 4.8. Alt boyutlara ilişkin etki değerlikleri 157
Çizelge 4.9. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesindeki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 159
Çizelge 4.10. Deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesindeki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 160
Çizelge 4.11. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 209

Çizelge 4.12. Deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 210
Çizelge 4.13. Katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine yönelik görüşlerinin ön test ve son test değerlerine göre değişimi 211
Çizelge 4.14. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testlerine göre bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 267
Çizelge 4.15. Deney grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testlerine göre bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri 268
Çizelge 4.16. Katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine yönelik görüşlerinin son test ve kalıcılık testleri değerlerine göre değişimi 271

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ortakduyu ve bilim 33
Şekil 2.2. Kavramlar dünyası 35
Şekil 2.3. Olgusal dünya ve kavramsal dünya 36
Şekil 2.4. Bilimin üç boyutu 59
Şekil 2.5. Bilimin doğasının disiplinlerarası yapısı 63

1. GİRİŞ

Doğal dünyada beliren, istemli veya istemsiz şekilde çeşitli değişkenlerle şöyle ya da böyle yatay ve dikey ilişkiler içinde olan kültür kavramı, bütün insanlığa ait olan ve içinde çeşitli inançları, değerleri, normları, ahlak kurallarını ve toplumsal alışkanlıkları barındıran dinamik bir yapıya sahiptir. Belirli bir kültürün oluşması uzun dönem birbirleriyle yaşayan ve ortak akıl çerçevesinde belirli yaşam pratiklerinin geliştirilmesi yoluna giden ve bu yolla iş birliği ve dayanışmaya dayalı bir ortakduyu sürecini işleten insan topluluklarının çabalarıyla gerçekleşir. Çağdaş bir toplumsal kültürün oluşması bilimin eleştirel bakış açısının göz ardı edilmesine imkan tanımaz. Bu eleştirellikten payını almayan her yapı geleneksel kültüre ait alışkanlıklara bağlı kalmak ve bu geleneksel kültürün yaşam alanı hazırladığı dogmalara mahkum olmak zorunda kalır. Tarihsel arka planı incelendiğinde, toplumlar süregelen bir şekilde bilimin aydınlatıcı ışığına ihtiyaç duymuştur. Bu ışık sayesinde bilim ile bilim olmayanın belirlenmesine ilişkin ölçütler her dönem tartışılagelmiştir (Yıldırım 2014, Özlem 2016).

Kültürlenme ve kültürleşme sürecinin günümüzde en çok etkilendiği süreçlerin başında küreselleşme olgusu ve etkileri gelmektedir. Coğrafi Keşifler ile başlayan, Sanayi Devrimi ile güçlenen ve 1980'li yıllarla birlikte dünya genelinde ivme kazanan ve iletişim devrimi olarak da sıkça adlandırılan bu çok boyutlu kavram, geleneksel yaşam biçimlerinde köklü değişikliklerin olmasına yol açmış ve batı kaynaklı bir kavram olması bakımından, batıya ait değer, sembol ve simgelerin kültürel yayılmacılık yoluyla tüm dünyaya yayılmasına öncülük etmiştir. Hızlı bir değişim eğilimine giren toplumlar birbirleriyle daha sık ilişkiler kurar hale gelmiştir. Bu durum ülkeler arasındaki ekonomik, sosyal ve siyasi etkileşimleri artırmış ve iş birliği yapılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Belirli bir kültürün oluşturulması ve idame ettirilebilmesi için toplumsal kurumsallaşmanın daha üst seviyelere çıkarılmasının gerektiği söylenebilir. Fiziksel çevrenin, ailenin, dinin, toplumun genel eğitim seviyesinin ve hüküm süren siyasal sistemlerin kültürün kurumsallaşmasında rol oynadığı bilinmektedir. Kültür, toplumsal yapının bir nevi aynasıdır. Örneğin, belirli bir kültüre ilişkin bilgi edinmek istediğimizde o kültüre ait olan dillere, inançlara, değerlere vb. bakarız. Küreselleşmenin doğal etkilerinden biri de bilim alanındadır. Bilim kendine özgü normları olan ve iş birliğine

dayanan sosyal bir kurum işlevi görmektedir (Yıldırım 2014). Bu nedenle, bahsi geçen özelliklerin sınırlı ve özel bir çalışma alanı olan bilimsel etkinlik içindeki işleyişinin de anlaşılması son derece önemlidir. Çünkü toplumsal bir olgu olan bilim, genel bir tanımla, zamanla teknik alandaki sonuçlarından sıklıkla yararlandığımız, gündelik yaşamımızda kullandığımız bilgi edinme yollarından etkilenen, çoğunlukla bilinçsiz ve sistematik olmayan yollardan elde edilip üzerinde uzlaşılan anlamına gelen ortakduyu kavramının olası olumsuz etkilerine açık olan, tüm toplumsal düzeylerde faydalanabildiğimiz kapsamlı bir etkinliktir (Özlem 2016). Bununla birlikte, bilimsel etkinlik salt faydaları yüzünden yürütülen bir etkinlik değildir; bilimsel etkinliğin temelinde "bilmek" eylemine ilişkin dürtü yatmaktadır. Günümüz insanı için bilimsel düşünme mantığına dayanan bilimsel etkinliğin işleyişinin anlaşılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bilimsel düşünmenin sağlanması bilime uygun bir düşünme disiplini ile sağlanabilir. Bilimsel düşünen kişi olgulara ve olaylara ilişkin gerçekçi çıkarımlarda bulunur. Genellemelerini olgulara ve olgular üzerinden elde edilmiş çıkarımlara dayandırır. Ortakduyunun etkisini en aza indirme çabasıyla birlikte, ön yargılara dogmatik inançlara kapılmaz. Bilgilerinin geçerliğini güvenilir gözlem verilerine dayandırır (Yıldırım 2011).

Bilmek eyleminden türetilen bilim için önerilmiş pek çok tanım mevcuttur. Umberto Eco'nun "Gülün Adı" isimli eserinde belirttiği üzere; bilim, insanoğlunun yapması gerekeni veya yapabileceklerini görmesi değil; aynı zamanda yapamayacaklarını ve yapmaması gerekenleri de bilmesidir. Daha mekanik bir tanımlamayla, Einstein'a göre bilim "her türlü düzenden yoksun duyu verileri ile mantıksal olarak düzenli düşünme arasında uygunluk sağlama çabasıdır". Benzer şekilde, bilim olguları açıklamayı amaçlayan hem zihinsel hem eyleme dönük bir etkinliktir (Demir 2014, Özlem 2016). Demir (2014) ise duruma farklı bir açıdan yaklaşmaktadır. Demir'e göre "bilim nedir?" diye sormaktan ziyade "bilim kimdir?" diye sorulmalıdır. Çünkü bilim günlük yaşamımızda o kadar derin bir şekilde yer edinmiştir ki onu bir nesne olarak görerek edilgen bir kavramsallaştırmaya gitmek doğru değildir. Bilim hayatımızdaki öznelerden biridir ve bu nedenle "bilim kimdir?" sorusunu sormak daha doğrudur. Ona göre, bilimsel etkinlik yoluyla elde edilen ve bilimsel bir retorik üzerinden temellendirilen bilimsel bilginin bu retoriğe riayet etmemesi durumunda bilimin temel varsayımlarıyla çelişmesi muhtemel bir durumdur.

Bilim konu ve yöntem bakımından farklı kollara ayrılarak incelenmektedir. Öncelikli ayrım olgusal ve formel bilimler arasındadır. Formel bilimler soyut nesne ve ilişkileri inceleme konusu yapar. Formel bilimler kapsamında ele alınan önermeler olgusal içerikten yoksundur ve bu nedenle doğrulanma ölçütleri de farklıdır. Formel bilimlerdeki önermelerin doğru olup olmadığı gözlem verilerine gidilerek anlaşılmaz. Bu önermeler için olgusal doğruluk yerine mantıksal doğruluk yani ispat geçerlidir. Burada inceleme konusu olan olgusal bilimlerdir. Yıldırım (2014) olgusal bilimleri şöyle tanımlamaktadır:

> "*Dünyada olup bitenleri betimleme, açıklama ve öndeme arayışları içinde kalan çalışmalardır. Bu arayışta ortaya konan önermeler olgusal içeriklidir; doğrulukları olgusal verilere gidilerek yoklanır. Öyle ki gözlem veya deney sonuçlarıyla yoklanmaya el vermeyen hiçbir hipotez veya kurama olgusal bilimlerde yer verilmez."*

Öte yandan, olgusal bilimler ile bilimsel yöntem arasında sıkı bir ilişki mevcuttur. Olgusal bilimler inceledikleri olgulara ilişkin betimlemelerini ve açıklamalarını bilimsel yönteme uygun bir şekilde gerçekleştirme çabası içindedir. Bilimsel yöntem ise evreni betimleme ve açıklama amacı güden, hem eylemsel (olgulara yönelik) hem de zihinsel (tanımlayıcı) bir süreçtir. Bilimsel yöntem işe betimleme yapmakla başlar. Bu işlemin ardından sayısız ampirik genelleme toplanmış olur. Evren birbirinden kopuk olaylar dizisinden ibaret olmadığına göre, bu olgular arasındaki genellemelerin ortaya çıkarılması bir ihtiyaç halini almaktadır. Bu süreçteki zihinsel işlemlerin düzenlenmesi, olgular arasındaki ilişkilerin bulunması ve nedensellik ilişkisinin sorgulanması aşamalarında kuramsal genellemelere ihtiyaç duyarız. Hipotez adını alan bu kuramsal genellemeler sayesinde bilimsel açıklamaların temeli atılmış olur. Başka bir ifadeyle, bilimsel açıklama denen şey hipotezlere dayalı tanımlamalardır. Bilim için önemli olan ise hipotez ve diğer bilimsel bilgi türlerinin ne şekilde ortaya konduğu değil, olgulara uygun olup olmadığıdır. Bilim bu sorgulama sürecinde bilimsellik ölçütü olarak doğrulanabilirliği kullanır. Mantıkçı pozitivistlerin bilimsellik ölçütü olarak anılan doğrulanabilirliğin bilim çevrelerinde uzun dönemden beri tartışılır halde olması dikkati çekmektedir. Genel olarak bakıldığında doğrulanabilirlik ilkesinin; bir önermenin ancak gözlem ve deneyle kesin olarak saptandığında bilimsel olabileceğini, önermelerin incelenen olgularla bire bir örtüştüğünü ve dolayısıyla gözlem ve deney sonuçlarının olgulara ilişkin tam ve eksiksiz açıklamalar elde edilmesinde doğrudan kullanılabileceğini, dogmatik rasyonalist

doğrulama denen yolla önermelerin salt akıl yoluyla da doğrulanabileceği gibi görüşleri kapsadığı görülmektedir. Oysa bilimsellik sorgulamasında tam bir doğrulamadan ziyade "olabildiğince doğrulama"dan bahsedilebilir. Hiçbir bilimsel bilgi türü tam bir şekilde doğrulanamaz (Lakatos 1978, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Yıldırım 2011).

Doğrulanabilirlik ilkesinin sıkça eleştirilmesiyle birlikte, mantıkçı pozitivist çevrenin savlarının arkasında durma ihtiyacı hisseden Karl Popper bilim felsefesi alanına yeni bir soluk getiren "yanlışlanabilirlik" ilkesini öne sürmüştür. Tümdengelim ve tümevarım alanındaki sorunlara el atan Popper, yalnızca doğrulanabilirliğin nasıl yapılacağına odaklanan bu çevrenin aksine özellikle tümevarıma ilişkin sorgulamaları ile dikkati çekmiştir. Popper'a göre mantıkçı pozitivistlerin aksine bir önermeyi bilimsel yapan şey doğrulanabilir olması değil yanlışlanabilirliğe ne denli uygun olduğudur. Ona göre birçok teori doğrulayıcıları bol olan ancak yanlışlayıcılarını ortaya koyamayan yapıdadır. Yani ne durumda yanlışlanabileceklerini ifade edemeyen bu teorilerin bilimsellik şartını sağlamaları mümkün değildir. Ancak, Popper'ın çabaları yine de mantıkçı pozitivist çevrenin bunalım döneminde yaşadığı sıkıntıları bir nebze olsun azaltma çabası gibi görünmektedir. Çünkü Popper bilimin belirli bir rasyonalitesinin olduğuna ve bunun zamanla değişmediğine inanmaktadır. Bilim ile bilim olmayan arasına çizilecek olan sınırın mahiyeti üzerine tartışmaktadır ve bunu eleştirel akıl yoluyla gerçekleştirmektedir. 1960'lı yıllara dek süren bu dönem Thomas Kuhn'un görüşleriyle yeni bir döneme girmiştir. Bu döneme Kuhn sonrası antipozitivist gelenek adı da verilmektedir. Kuhn bilimsel rasyonalitenin zamanla değiştiğinden bahsetmiş ve bunu paradigma değişimleri olarak adlandırmıştır. Ayrıca kendinden önceki dönemde ele alındığı şekliyle hem doğrulamacılığa hem de yanlışlamacılığa karşı çıkmıştır. Ona göre, bilimsel bilgi türleri olguların içine depolanmış kategorilerden başka bir şey değildir. Bu nedenle, bilimsel bilgi türleri kendiliğinden ne doğru ne de yanlış olarak etiketlenebilir. Bu nedenle ikisi de paradigmalar üstü bir ölçüt olarak kabul edilemez. Popper'ın yanlışlamacılığını ve Kuhn'un eşölçülemezliğini sentezleme çabasına girişen bilim felsefecisi ise Imre Lakatos olmuştur. Sofistike yanlışlamacılık yoluyla yeni olguların keşfine elverişli olma ölçütünü yeni bir bilimsellik ölçütü olarak ortaya koymuştur. Bu ölçütü Kuhn'un görüşlerine uyarlayarak bilimsel araştırma programları metodolojisini ortaya koymuştur. Programın bilimselliğini çökertebilecek şeyler ya yeni sorgulamalara

el vermeyen "ad hoc" hipotezlerdir ya da doğrudan katı çekirdeği hedef alan sorgulamalardır. Lakatos Kuhn'un aksine bilimsel rasyonalitenin sürekliliği konusunda Popper'a yakın bir duruş sergilemiştir.

Bahsi geçen bilim felsefecilerinin bilime ilişkin görüşleri ele alındığında, zaman içinde görüşlerde farklılaşmaların yaşandığı görülmektedir. Bununla birlikte, tartışmaların az veya çok belirli konular üzerinde yoğunlaştığı dikkati çekmektedir. Bu ortak yönleri Yıldırım (2014) bilim felsefesini tanımlayan ifadesiyle şu şekilde belirtmektedir:

> "*Bilimin kavramsal yapısını, olguları betimleme, öndeme ve açıklama yöntemini, doğruluk savlarına ilişkin ölçütleri irdeleme; bilim ile sözde bilim diye bilinen astroloji ve parapsikoloji gibi çalışmalar arasındaki temel farkı belirleme etkinliğidir.*"

Tanım incelendiğinde tıpkı bilimde olduğu gibi bilim felsefesinin de bilimsel kavramların yapısını inceleme, olgulara ilişkin betimlemeler ve açıklamalarda bulunma ve bilimsel bilgilerin doğrulanabilirliğini sınama gibi işlevlere sahip olduğu görülür. Bununla birlikte, bilim felsefesinin bilimle olan ilişkisinin belki de en önemli yanı bilimin aynı zamanda tarihsel-toplumsal bir olgu oluşundan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle bilim felsefesi tarih ve kültür felsefesiyle doğal bir etkileşim halindedir. Burada McComas, Clough ve Almazroa (1998) tarafından ortaya konan tanımlama önem kazanmaktadır:

> "*Bilimin doğası bilim tarihi, bilim sosyolojisi ve bilim felsefesi gibi sosyal bilimleri içinde barındıran, psikoloji gibi bilişsel bilimlerin çalışmalarından elde edilen araştırma sonuçlarıyla desteklenerek bilimin ne olduğu, nasıl işlediği, bilim insanlarının sosyal bir grup olarak nasıl çalıştıkları, toplumun kendi içinde bilimsel uğraşları nasıl yönlendirdiği ve bu uğraşlara karşı gösterdikleri tepkinin zengin bir biçimde betimlendiği verimli ve melez bir alandır.*"

Bilim felsefesi, bilim tarihi ve bilim sosyolojisinin kesişiminin ve bunun uygulamalara yansımasının özetlendiği bu tanım Lederman (1999)'ın tanımı ile bilimin doğasında var olan değerler ve varsayımlar yönünde genişleme imkanı bulmuştur ve bu tanım günümüz bilimin doğası alan yazınına son derece etkili bir şekilde yön vermiştir. Lederman (1999) bilimin doğasını şu şekilde tanımlamaktadır:

> "*Bilimin doğası bilimin epistemolojisini, bir bilme yolu olarak bilimi ve bilimsel bilginin gelişim sürecinde yer alan değer ve inanışları barındıran bir yapıdadır.*"

Lederman (1999)'ın tanımı değer ve inanışlara özellikle değinmesi bakımından sosyal bir etki alanı yaratmaktadır ve bu nedenle bilimin doğası öğretiminin bilim felsefesine dayanan bir yapıda gerçekleştirilmesinin öğrencilerin daha derin bilimin doğası anlayışları kazanmalarında etkili olabileceği düşünülmektedir (Matthews 1994, Abd-El-Khalick 2005).

Değerlerini ve varsayımlarını bilim felsefesi, bilim sosyolojisi ve bilim psikolojisine dayandıran bir araştırma alanı olarak bilimin doğası özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren tanınırlık yönünden ivme kazanan birçok kavramdan biridir. Bilimin doğasını önemli kılan en önemli özelliği bilimsel okuryazarlığın kilit bileşenlerinden biri olmasıdır. K-12 düzeyindeki bireylerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi hedefi de bu çerçevede değerlendirilebilir (Lederman 1992, Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman 1998, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Toplumun bilimsel okuryazar bireylerden oluşması birçok ülkenin eğitim politikalarına doğrudan yansıyan ve üzerinde hemfikir olunan uzun vadeli bir hedeftir (AAAS 1989, 1993, NRC 1996). Bu hedef okul ortamlarındaki özgün hedeflerinden önce, makro boyutta incelendiğinde (Roberts 2007), halkın bilime ilişkin anlayışlarının geliştirilmesi üzerinde durmaktadır. Bu doğrultuda, halkın bilime ilişkin anlayışlarını üç aşamada tanımlamak mümkündür. Bu aşamaların ilki konu içerik bilgisi üzerinde durmaktadır. İkinci aşama muhakemeye ilişkin bir bilimsel yaklaşımın edinilmesiyle ilgilidir. Üçüncü aşama ise bilimin sosyal bir girişim olduğu vurgusunu taşımaktadır (Driver, Leach, Millar ve Scott 1996).

Bilimin doğasının önemi bilimsel okuryazarlığın önemli bir bileşeni olmasından kaynaklanmaktadır (NSTA 1992). Çeşitli öğretim programlarında ve belgelerde önemi sıkça belirtilse de (Driver vd. 1996, McComas ve Olson 1998, Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar ve Duschl 2003, Good ve Shymansky 2001, Khishfe ve Lederman 2006) istenen düzeyde bilimin doğası anlayışından uzak olduğumuz söylenebilir (Bianchini ve Colburn 2000, Chin ve Brown 2000, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Akerson ve Abd-El-Khalick 2005, Kang, Schaoksalrmann ve Noh 2005, Lederman 2007, Liu ve Lederman 2007, Doğan ve Abd-El-Khalick 2008, Khishfe 2008, Bell, Matkins ve Gansneder 2011, Akerson, Nargund-Joshi, Weiland, Pongnason ve Avsar 2013, Aflalo, 2014). Bunun gerekçesi olarak öğretim programlarının bilimin doğası anlayışları yönünden sınırlı bir başarı sağlayabilmesi gösterilebilir (Abd-El-

Khalick ve Lederman 2000a, Hanuscin, Akerson ve Phillipson Mower 2006, Çil ve Çepni 2012). Çünkü öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde fen bilimleri dersinin öğretimi bağlamında çeşitli sınırlılıklar mevcuttur. Bu sınırlılıklar; öğretim için gerekli olan zamanın kısıtlı olması, derslerin öğretilmesi gereken yoğun bir konu bilgisi içeriğine sahip olması ve öğretmen adaylarının bilimle ilgili yetersiz bilgiye ve deneyime sahip olması şeklinde sıralanabilir (Akerson, Morrison ve McDuffie 2006). Bu gibi etmenlerin de etkisiyle öğretmenler bilimin doğasını önemli bir öğretimsel çıktı olarak görmemektedir ve bu nedenle de bilimin doğası öğretimine ilişkin ayrıca bir öğretim planı yapmamaktadırlar (Lederman 1992, Abd-El-Khalick vd. 1998). Öte yandan, Project 2061 vizyonu fen içeriğinin öğrenilmesi ve bu içeriğe eşlik eden becerilerin kazandırılması üzerinde durmaktadır. Bununla birlikte, öğrencilerin kavramsal anlamalarının kalıcılığını sağlamada zorluklar yaşandığı görülmektedir (Chow, Woodford ve Maes 2011, Mulvey ve Bell 2017). Bilimin doğası öğretimi bu zorlukların sıklıkla yaşandığı alanlardan biridir.

Tipik olarak bilimin doğası bilimin epistemolojisine, bir bilme yolu olarak bilime ve bilimsel bilginin gelişim sürecinde yer alan değer ve inanışlara işaret eder (Lederman ve Zeidler 1987, Lederman 1992). Bir başka ifadeyle, bilimin doğası fen öğretiminde sıkça kullanılan, bilimin ne olduğu veya olmadığı, bilimin veya bilim insanlarının nasıl çalıştığı, bilimin ontolojik ve epistemolojik temellerinin olduğu ve bilim ile toplumun birbirini nasıl etkilediği gibi konuları içerir (McComas vd. 1998, Clough, 2006). Üzerinde uzlaşılan bir bilimin doğası tanımı ve tüm durumlara aynı anda uygulanabilecek bir kapsamının mevcut olmamasına karşın (Abd-El-Khalick 1998), bilimin doğası özelinde ele alınan bazı bileşenler tartışmasız olarak görülür ve hem öğrenci hem de öğretmen düzeyinde ulaşılabilir bir hedef olarak kabul görür (Smith, Lederman, Bell, McComas ve Clough 1997, Abd-El-Khalick vd. 1998, Akerson, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000, Vanderlinden 2007, Wahbeh 2009). Bu bileşenler tamamlayıcı bir liste olmaktan ziyade bilimin doğasının öğretimi konusunda faydalı bir kavramsal çatı sunan bir yapıdadır. Bu görüşü destekleyen Rudolph (2000) bilimin doğasının esas olarak neyi kapsadığının bilinmemesine karşın öğretim programlarında yer alması gerekliliği üzerinde durmaktadır. Lederman Yedilisi şeklinde isimlendirilen ve McComas (1998), Efflin, Glennin ve Reisch (1999), NSTA (2000), Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b)

ve Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından kavramsallaştırılan haliyle bilimin doğası bileşenleri şunlardır:

1. Bilimsel bilgi hem güvenilirdir hem de mevcut kanıtlar ışığında değişebilir.
2. Bilim insanlarının ortak olarak kullandıkları ve adım adım takip ettikleri bir tek evrensel geçerliği olan yöntem mevcut değildir ve bu bilimsel yollarla elde edilen bilimsel bilgiler değişebilirdir.
3. Bilimsel bilginin gelişim sürecinde yaratıcılık ve hayal gücü önemli bir yer tutar.
4. Teoriler ve yasalar farklı türde bilgilerdir.
5. Gözlem ve çıkarım birbirinden farklıdır.
6. Bilimsel bilginin üretiminin insanın düşünsel etkinliğiyle gerçekleşmesi nedeniyle bilimsel bilgi kısmen de olsa öznellik taşımaktadır ve bu nedenle teori kökenlidir.
7. Bilimsel bilgi kendisini üreten insanın içinde bulunduğu sosyal ve kültürel ortama göre şekillenir.

Bir başka kavramsal çerçevede Schwartz, Lederman ve Crawford (2004) bilimin doğası bileşenlerini şu şekilde tanımlamaktadır:

1. Bilimsel bilgi değişebilir: Bilimsel bilgiler değişime açıktır. Ancak, bu değişim görece dirençlidir. Yeni gözlemler ve bu gözlemlere ilişkin yorumlamalarla birlikte değişime açık bir hale gelir.
2. Bilimsel bilgi kanıtlara dayalıdır: Bilimsel bilgi doğal dünyaya ilişkin deney ve gözlemlerden elde edilen kanıtlar ışığında şekillenir.
3. Bilimsel bilgi kısmen öznellik taşır: Bilim teori kökenlidir. Bilimsel bilgi belirli teorik çerçevelerin süzgecinden geçerek anlam kazanır. Bu durum bilimin kaçınılmaz bir şekilde öznellik içermesine neden olur. Benzer durum bilim insanları için de geçerlidir. Bilimi organize eden ve kurgulayan bilim insanlarının, her ne kadar nesnel olmaya çalışsalar da bilimsel etkinlikleri boyunca kişisel inanç, görüş ve eğilimlerini çalışmalarına yansıttıkları rastlanan bir durumdur.
4. Hayal gücü ve yaratıcılık: Hayal gücü ve mantıksal muhakeme süreçleri bilimin gelişmesinde önemli rol oynar.
5. Bilimsel bilginin sosyokültürel temelli olması: Bilim bir insan etkinliğidir ve doğal olarak sosyal ve kültürel etmenlerden etkilenir.

6. Gözlem ve çıkarımlar birbirinden farklıdır: Bilim hem gözlemlere hem çıkarımlara dayanır. Gözlemler duyularla ve bilimsel ölçme araçları yoluyla elde edilir. Gözlemler doğaya ilişkin, bir dereceye kadar katıksız olan, taraf bildirmeyen ifadelerdir. Çıkarımlar ise bu gözlemlere dayalı yorumlamalardır.
7. Teoriler ve yasalar farklı türde bilimsel bilgilerdir: Yasalar doğada var olduğu düşünülen ilişkileri matematiksel formüllerle açıklayan gerçek genellemelerdir. Teoriler ise doğal dünyadaki olgulara ilişkin çıkarımsal açıklamalardır. Farklı türde bilgiler olması nedeniyle, yaygın bilimsel mitin aksine teoriler, inandırıcılığı ne düzeyde olursa olsun hiçbir gözlem ve kanıt eşliğinde yasalara dönüşemezler.

Bahsi geçen bu bileşenler bilimin doğası başlığı altında ele alınmaktadır. Bilimin doğası belki de bilimsel okuryazarlığın en önemli bileşenidir. Dolayısıyla bilimsel okuryazarlık vizyonunun temel hedeflerinden biri bilimin doğası anlayışlarının yeterli düzeyde geliştirilmesidir. Yeterli düzeyde bilimin doğası anlayışının sağlanmasının önemi; öğretim programına, demokratik kazanımlara ve pedagojik temellere dayandırılabilir. Öğretim programlarının önemi açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerin genele yönelik bilgilerinin olmaması veya yetersiz olması durumunda, bilimin herhangi bir alanına yönelik içerik bilgilerinin üst düzeye erişebilmesinin çok zor olduğu varsayımından yola çıkıldığı görülmektedir. Yeterli düzeyde bilimin doğası anlayışlarına sahip olunması durumunda, öğrenciler bilimsel bilgi dağarcıklarını geliştirme fırsatı bulurlar. Öğretim programları görüşü ile demokratik kazanımlara dayalı görüş bağlantılıdır. Demokratik kazanımlara dayalı görüş, aynı zamanda demokratik toplumlarda yaşayan birer vatandaş olan öğrencilerin gelecekte bilime ilişkin tartışmalı konulara dahil olarak kararlar alacağı ve bu kararların toplumun gelişimini etkileyeceği fikri üzerine odaklanır. Yeterli düzeyde bilimin doğası anlayışlarına sahip olmamanın muhtemel sonucu, üzerinde yeterince düşünülmemiş kararlar almaya mecbur kalmaktır. Pedagojik görüşe göre ise öğrencilerin bilimin doğası anlayışları belirli konu alanlarına ait olan içerik bilgisiyle ilişkilendirilebilir. Yeterli düzeyde bilimin doğası anlayışlarına sahip olmanın konu içerik bilgisinin öğrenilmesine katkı sağladığı düşünülmektedir (Dagher ve BouJaoude 1997).

Bilimin doğasının önemine rağmen hem öğrencilerin hem de öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimin doğası anlayışları yönünden yetersiz olduklarını gösteren araştırmalar mevcuttur (Lederman 1992, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b,

Akerson ve Abd-El-Khalick 2000, Kang ve Wallace 2004, Abd-El-Khalick 2005, Akerson ve Hanuscin 2007, Akerson ve Donnelly 2008, Doğan ve Abd-El-Khalick 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Özgelen, Tüzün ve Hanuscin 2012, Çil ve Çepni 2012). Öğretmenlerin bilimin doğası anlayışları sınıf içindeki uygulamalarına yansır. Dolayısıyla öğretmenlerin bilimin doğası anlayışları ile öğrencilerin bilimin doğası anlayışları arasında bir ilişki mevcuttur (Lederman 1992, Wellington ve Nott 1998). Bunun yanı sıra öğretmenlerin derslerinde bilimin doğasına ve uygulamalarına yer vermekten kaçındıkları gözlenen bir durumdur (Abd-El-Khalick vd. 1998, Akerson vd. 2000, Lederman 2007). Çünkü hem kavramsal anlama düzeyinde hem de öğretim düzeyinde deneyimli olan öğretmenler bile bilimin doğası yönünden çeşitli yetersizliklere sahiplerdir (Abd-El-Khalick vd. 1998, Bell, Lederman ve Abd-El-Khalick 2000, Akerson ve Abd-El-Khalick 2003). Etkili bir bilimin doğası öğretiminin öğretmenlerin gerekli olan becerileri kazanmadan gerçekleşmesi mümkün değildir. Etkili bir bilimin doğası öğretimi için öğretmenler öğrencilerin dikkatini bilimin doğası boyutlarına çekmeli ve bunlar üzerine düşünmelerini sağlamalıdır (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Araştırmalar öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının karakteristik özellikleri doğrudan yansıtıcı bir bilimin doğası öğretimi almış olsalar bile bilimin doğası anlayışlarına etki ettiğini göstermektedir (Akerson ve Volrich 2006, Akerson vd. 2006). Bu durumun en çok da öğretmen veya öğrencilerin sahip oldukları bakış açısı aracılığıyla bilimin doğasını nasıl yorumladıkları ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Schwartz ve Lederman 2002, Southerland, Johnston ve Sowell 2006, Akerson ve Buzzelli 2007).

Bilimin doğasının belirli bir bağlam dışında gerçekleştirilmesi öğrencilere bilimsel bilgi ve bilime ilişkin bilgi arasındaki bağlantıları kurabilmeleri konusunda yeteri kadar yardımcı olamamaktadır (Peters 2007). Bilimin doğasının bağlam temelinden ziyade didaktik veya dolaylı bir şekilde yapılması sınırlı bir gelişime işaret etmektedir (Abd-El-Khalick ve Akerson 2004). Didaktik öğretimin aksine öğrenciler bilimin doğasını öğrenirken ilişkili örneklere, görsellere ve bilim tarihinden dikkatle seçilmiş örnek hikayelere ihtiyaç duymaktadır. Bu eğitsel araçların sınıf içinde kullanılması ister istemez bilimin doğasının sınıf içindeki iletişime yansımasına neden olmaktadır. Bu iletişimin bilimin doğası bileşenlerine yönlendirilmesi ve öğrencilerin öğrenmeye istekli oldukları doğrudan bir hedef haline getirilmesi bilimin doğası öğretiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi konusunda önemli bir yer tutmaktadır (Abd-El-Khalick ve

Lederman 2000a). Öğretmenlerin bilimsel bilginin nasıl elde edildiğini ve nasıl doğrulandığını bilmemeleri durumunda sınıf içinde yürütülen muhakeme sürecinin bilimsel bir anlayışın kazandırılmasını amaçlayan bir öğretimden ziyade salt süreç becerilerinin öğretimi olarak kalacağı söylenebilir. Benzer şekilde, bir öğretmenin bilimin doğasını anlaması, süreç becerilerinin hangi gerekçeyle kullanıldığının çeşitli sorular yoluyla öğrencilere aktarılmasında ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlamlandırması için uygun çevrenin oluşturulmasında faydalı olur (Peters 2007).

Son yıllarda eğitim araştırmalarında üzerinde sıkça durulan konulardan biri de üst biliştir (Dignath ve Büttner 2008, Zohar ve Ben David 2008, Thomas 2009, Zohar ve Barzilai 2013). Üst biliş anlamlı öğrenmeye giden yolda temel bir araçtır. Üst biliş kişinin kendi öğrenme kapasitesinin farkında olması, hangi öğretim stratejilerinin etkili olduğunun ve hangilerinin kullanılması gerektiğinin bilinmesi ve kişinin mevcut bilgi dağarcığının gelişimini izlemesi gibi bileşenleri içerir (Flavell 1979, Pressley, El-Dinary, Marks, Brown ve Stein 1992, Pintrich 2000, Zulkiply, Kabit ve Ghani 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009). Üst biliş bireyin kendi bilişsel sistemine ilişkin bilgisine ve bu sistemi nasıl düzenlediğine işaret eder (Flavell 1976, Brown 1978). Üst bilişin hem kendi içindeki gelişiminde hem üst biliş yoluyla öğretim yaklaşımıyla okuma becerilerinin, problem çözme becerilerinin, üst düzey düşünme becerilerinin ve bilimin doğası anlayışlarının gelişiminde etkili olduğuna yönelik bulgulara ulaşılmaktadır (Kramarski ve Mevarech 2003; Dignath ve Büttner 2008; Zohar ve David 2008). Benzer şekilde, üst bilişsel stratejiler yoluyla yapılan öğretim öğrencilerin konu alanı bilgilerinin artırılması ve kavramsal anlayışlarının gelişmesine destek olmaktadır (Zohar ve Barzilai 2013). Öte yandan, öğrencilerin üst bilişsel gelişimi öğretmenlerine ve öğretmenlerinin kullandığı öğretim yöntem ve tekniklerine duyarlıdır (Ben David ve Orion 2013).

Üst biliş kavramı da diğer pek çok kavram gibi çok boyutlu ve karmaşık bir yapıya sahiptir (Veenman, Van Hout Wolters ve Afflerbach 2006, Ormrod 2008, Zohar ve Ben David 2009, Ben David ve Orion 2013). Bu durum üst biliş alanında çalışan araştırmacıların işini zorlaştıran bir durumdur. Bu zorluk en çok da üst biliş kavramının hangi teorik çerçeveye oturtulacağı ve ne şekilde kavramsallaştırılacağı konusunda yaşanmaktadır (Veenmann vd. 2006). 1976 yılında yayınladığı makalesiyle üst biliş kavramını "üst bellek" terimiyle alan yazına sunan Flavell, daha önceden meta-hafıza şeklinde isimlendirdiği yapıyı bu çalışmasıyla "üst biliş" olarak nitelendirmiş ve daha

sonraki birçok araştırmaya kavramsal çerçeve sağlama yönünden öncülük etmiştir (Flavell 1976). Flavell (1979) üst bilişi; üst bilişsel bilgi ile üst bilişsel izleme ve öz-düzenleme bileşenlerine ayırmıştır ve ikinci bileşeni üst bilişsel beceriler olarak adlandırmıştır. Bu yaygın kavramsallaştırmada üst bilişsel bilgi; kişiler hakkındaki bilgiye karşılık gelir ve bir öğrenen olarak sahip olunan kişisel niteliklerin, görevlere ilişkin niteliklerin öğrenme durumları arasındaki etkileşime ilişkin bilgilerdir. Görevler hakkındaki bilgi ise ikinci bileşen altında incelenmiştir. Görevler hakkındaki bilgi bireyin öğrenme etkinliklerini kontrol etmesi ve düzenlemesine ilişkin bilgilerdir. Görev yönelimi, planlama, izleme, kontrol etme, özetleme ve yansıtma bu beceriler arasındadır. Bu becerilerin herhangi bir üst bilişsel farkındalığa ihtiyaç duyulmadan da sergilenebileceği varsayılır. Schraw (1998) ise üst biliş kavramını; üst bilişsel bilgi ve üst bilişsel kontrol olarak ikiye ayırmıştır. Üst bilişsel bilgi bileşeni sırasıyla şu üç alt bileşene ayrılmıştır: kişiler hakkındaki bilgi, görevler hakkındaki bilgi ve stratejiler hakkındaki bilgi. Kişiler hakkındaki bilgi, bir öğrenen olarak bireyin kendine ve öğrenme performansına ilişkin bilgisidir. Görevler hakkındaki bilgi ise geniş bir strateji havuzuna sahip olmayı, bu stratejilerin hangi sırayla verilmesi durumunda en etkili öğrenmenin gerçekleşeceği ve birbirinden niteliksel anlamda farklı özelliklere sahip olan stratejilerin problem çözme sürecinde nasıl kullanılacağına ilişkin bilgileri içerir. Son olarak, stratejiler hakkındaki bilgi ise ikinci bileşende bahsi geçen stratejilerin ne zaman ve niçin kullanılacağına ilişkin bilgilere dayanır.

Yakın zamanlarda oluşturulan kavramsal çerçevelerden bir diğeri de eğitim psikoloğu olan Efklides (2006) tarafından öne sürülmüştür. Efklides üst bilişe ilişkin bu kavramsallaştırmayı sosyal ve psikolojik özellikleri dikkate alarak yapmıştır. Üst bilişin üç bileşeni mevcuttur. Bunlar:

1. Üst bilişsel bilgi: Uzun dönemli hafızadan türemiş olan bilişe ilişkin bildirimsel bilgilerdir. İçsel teorilere, bilginin geçerliğine, hafıza ve dikkat gibi bilişsel özelliklere, görevlere, stratejilere ve hedeflere ilişkin doğrudan ve dolaylı fikirleri ve inanışları içerir.

2. Üst bilişsel beceriler: Bilinçli ve kasıtlı etkinlikleri; gayret tahsisi, zaman tahsisi, görev gerekliliklerinin izlenmesi, planlama, kontrol etme, bilişsel süreçlerin düzenlenmesi ve süreç sonunda elde edilen ürünün veya gelişmenin değerlendirilmesi gibi yordamsal bilgileri ifade eder.

3. Üst bilişsel deneyimler: Hem bilişsel hem duyuşsal alanı kapsar. Üst bilişsel deneyimler; yatkınlık, zorluk çekme, bilme, güven duyma ve tatmin olma gibi duyguları; hafıza/bilgi tedariki, öğrenmeye ilişkin karar yetisi sergileme ve gerekli olan zaman ve çaba tespiti gibi tahminleri ve göreve ilişkin özellikleri ve uygulanan prosedürlere ilişkin göreve özgü bilgileri kapsar. Belirtilen bu üç bileşen düzenleyici bir döngü şeklinde işler ve davranışın öz-düzenlemesine dayanan farklı süreçleri barındırır (Efklides 2006).

Bu çalışmada üst biliş Efklides (2006) tarafından ortaya koyulan kavramsal çerçeve doğrultusunda ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının belirli bir bağlam temelinde geliştirilmesi amacından yola çıkılarak üst bilişsel deneyimler üzerinde durulmuştur. Buradaki amaç çeşitli öğretim etkinlikleri sırasında öğretmen adaylarının üst bilişsel deneyimler yaşamalarının sağlanmasıdır. Takip edilen kavramsal çerçeve gereği, üst bilişsel uygulamaların hem bilişsel hem duyuşsal alana yönelik deneyimlere dayalı olması, etkinliklerin gerçekleştirildiği sınıf ortamının öğretmen adaylarının kendilerine verilen görevleri gerçekleştirirken bu görevlere ilişkin yatkınlıklarını görmeleri, yaşadıkları zorlukların farkına varmaları, etkinlikler sırasında ve sonrasında özgüven geliştirme ve deneyimlerinden tatmin olmalarının sağlanması ve son olarak zaman ve çaba tahsisi konusunda farkındalık kazanmalarını sağlayacak süreçlerin işletilmesi sağlanmıştır.

Araştırma kapsamında kavramsal çerçevenin gerekliliklerinin sağlanması amacıyla öğretmen adaylarından uygulamalar sürerken araştırmacı tarafından kendilerine dağıtılmış olan üst biliş eylem planlarını dönem ortasında ve dönem sonunda olmak üzere iki kez doldurmaları istenmiştir. Bu eylem planının üst bilişsel çerçevede ele alınan bileşenlerin hepsini içeren bütüncül bir yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Aynı zamanda, bu çerçevenin üst bilişsel alanı bilişsel olmasının yanı sıra duyuşsal olarak da tanımlaması ve belirli özellikleri gerektirmesi nedeniyle duyuşsal stratejilerin işlevselleştirilebileceği duyuşsal alana hitap eden bir araç arayışına girilmiştir. Araştırmacı özünde duyuşsal alana yoğun şekilde hitap eden ve aynı zamanda üst bilişsel bir strateji olduğu sıklıkla dile getirilen dramatizasyonu bir üst biliş stratejisi olarak çalışma kapsamına dahil etmiştir. Bu iki strateji ders dışı etkinlikler olarak planlanmıştır. Bu planlama yoğun öğretim etkinliklerinin planlanmasına karşın ders süresinin kısıtlı olması nedeniyle yapılmıştır. Ders dışı etkinlikler kapsamında son olarak dönem sonunda öğretmen adaylarından

dönem boyunca sorumlu oldukları bilim felsefecisinin hayatını anlatan bir poster hazırlaması istenmiştir.

Ders içi etkinlikler kapsamında planlanan üst biliş stratejilerinden ilki zihin haritalarıdır. Zihin haritaları, kavram haritaları gibi üst bilişsel özellikler taşıyan hatta kavram haritalarına göre daha karmaşık olan ve üst bilişsel özellikleri daha iyi karşılayan bir stratejidir. Öğretmen adaylarından ders sonlarında ilgili görevlere ilişkin zihin haritaları çizmeleri istenmiştir. Ders içi etkinlikler gerçekleştirilirken öğretmen adaylarının bireysel, ikili ve grup halinde çalışmaları sağlanmıştır. Bu nedenle, ders içi etkinlikler sırasında sorumlu oldukları görevlere ilişkin görüşlerini ifade edebilmeleri, arkadaşlarıyla paylaşabilmeleri ve görüşlerini tüm sınıf genelinde yürütülen tartışmalar sırasında paylaşabilmeleri için üst bilişsel stratejilere uygun olan KWL diyagramları kullanılmıştır. Ders içi etkinlikler sırasında kullanılan bir başka üst bilişsel strateji ise güncel bilimsel konulara ilişkin olarak kullanılan yansıtma raporlarıdır. Etkinlikler kapsamında öğretmen adaylarından araştırmacı tarafından hazırlanan güncel bilimsel olaylara ilişkin bilgiler sunan okuma parçalarına ilişkin yansıtmalar yapmaları ve bu yansıtmalarını kayıt altına almaları istenmiştir.

1.1. Problem Durumu

Süregelen sorunlara yönelik çözümlerin yetkili ve işin ehli olan kişilerce ortaya konması öğretimin iyileştirilmesi bakımından önemlidir. Öğretim işi öğretmenler tarafından gerçekleştirilir. Bu bağlamda incelendiğinde, gelecek nesillerin yetiştirilmesi ve onların sorumlu birer vatandaş haline gelmeleri hedefleriyle yola çıkan öğretmenlerin öğretim konusunda uzmanlaşmış olmaları gerekmektedir. Öğretmen yetiştiren kurumların mevcut sorunları veri iken, öğretmen yetiştirme görevinin üniversitelerin eğitim fakültelerine verildiği ve bu görevin YÖK tarafından sağlanan sabit bir program taslağı çerçevesinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Belirli bir taslak program çerçevesinde öğrenim gören ve mezun olan öğretmen adayları öğrenim hayatları boyunca edindikleri öğrenme deneyimlerini öğretmenliğe başladığı andan itibaren kullanma fırsatı bulmaktadır. Bu nedenle, öğretmen adaylarının öğretmenlik mesleğine başlamadan önceki lisans öğrenimleri sırasında yeterli bilgi ve becerilere sahip olmaları son derece önemlidir.

Bireylerin bilimsel okuryazar olarak yetiştirilmesi hedefi pek çok ulusal öğretim programının ortak özelliğidir. Kapsayıcı bir yapıda olan bilimsel okuryazarlık öğretim programlarının vizyonunu oluşturmaktadır. Mikro ve makro bileşenleriyle birlikte bilimsel okuryazarlık (Roberts 2007); bilişsel, beceriye yönelik ve vatandaşlık bilinci oluşturma gibi alanlar yönünden incelenebilmektedir. Birçok araştırmadan elde edilen bulgular bilimsel okuryazarlık hedefi kapsamında öğrenim gören öğrencilerin, tüm çabalara rağmen, yetersiz veya eksik bilimsel okuryazarlığa sahip olduklarına işaret etmektedir. Bu araştırmanın bilimsel okuryazarlık kavramıyla olan ilişkisi ise bilimsel okuryazarlığın en önemli bileşenlerinden birinin bilimin doğası bileşeni olmasıdır. Bilimsel okuryazarlığın yeterli ve istenen düzeyde olmamasında, bilimsel okuryazarlığın bir bileşeni olarak bilimin doğasının öğretimindeki yetersizlik de pay sahibi olma durumundadır.

Bilimin doğası öğretiminde derinleşmiş yapısal sorunların var olduğu söylenebilir. Öncelikle bilimin doğası ile kastedilen şeyin esasında ne olduğu konusunda alanın uzmanları arasında dahi üzerinde uzlaşılmış ortak bir tanım mevcut değildir. Şunu da eklemek gerekir ki bu ifade spekülatif bir yapıdadır ve diğer pek çok alanda ele alınan kavram da hali hazırda ortak tanımlar içerme rahatlığından yoksundur. Pek çok araştırmacı bu durumun bilimin doğası öğretimi için herhangi bir engel teşkil etmediğini ve bilimin doğasının K-12 düzeyinde pek ala öğretilebilir olduğunu vurgulamaktadır. Bazı araştırmacıların ısrarlı muhalefetine rağmen, genel kanı bilimin doğası anlayışlarının ölçülebilir ve geliştirilebilir olduğu yönündedir. Bu sorunlardan bir diğeri ise bilimin doğasının Lederman (1992)'ın da belirttiği üzere bilime ilişkin varsayımları ve değerleri içermesidir. Kuramsal bir çerçevede verilen ve bu çerçevede tanımlanan bilimin doğasına ait olan varsayımların ve değerlerin anlaşılması belirli bir felsefe yapma geleneğini gerektirmektedir. Ancak gerek ilköğretim gerek ortaöğretim ve gerekse yükseköğretim düzeyinde felsefe dersi ihmal edilen dersler arasında gösterilmektedir. Yükseköğretim düzeyinde ele alındığında, felsefe dersinin zorunlu bir ders olmadığı ve bu dersin seçmeli olarak okutulduğu görülmektedir. Bu durum bilim felsefesi ile yakından ilişkili olan bilimin doğasının ve öğretiminin öğretim ortamlarında yeteri kadar destek görmediği izlenimine kapılmamıza neden olabilmektedir. Bilimin doğasına ilişkin özelleşmiş kazanımlara birçok öğretim programında doğrudan yer verilmemesi ve dolaylı yollarla konu içeriği kazanımlarının içine yayılması da bu olumsuz izlenimi

kuvvetlendirmektedir. Bilimin doğası kazanımlarına doğrudan yer verilmemesi bilimin doğası anlayışlarının doğrudan ölçümünü de zorlaştırmaktadır ve öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarını ölçmelerine gerek olmadığı ve bilimsel içerik bilgisi kapsamında hedeflenen kazanımların sağlanmasının yeterli olduğu gibi yanılgılarla derslerini yürütmeye devam etmelerine neden olabilmektedir.

Bir başka sorun ise bilimin doğası öğretimini gerçekleştiren öğretmenlerin bilimsel bilginin yapısına ilişkin ontolojik ve epistemolojik inanışlarıdır. Bu inanışlar yönünden zayıf durumda olan öğretmenler bilimsel bilginin mahiyeti ve elde edilme yolları hakkında eksik ve hatalı görüşlere sahip olabilmektedir. Bilimsel bilginin yapılandırılması sürecinde çağdaş bilim paradigmaları esas alınmalıdır ve bilgi bilimselliğini bu çağdaş paradigmalara dayandırabilmelidir. Bu nedenle, sınıf içinde öğretimi gerçekleştiren öğretmenlerin çağdaş bilim paradigmalarını esas almaları ve buna uygun sınıf içi tartışmaları kurgulamaları gerekmektedir. Bununla birlikte, gerek öğrencilerin gerekse öğretmen ve öğretmen adaylarının yaygın şekilde zayıf ontolojik ve epistemolojik anlayışlara sahip oldukları sonucuna ulaşan birçok araştırma bulgusuna rastlanmaktadır.

Bir başka sorun ise öğretimin pedagojik varsayım ve ilkeleri ne derecede sağladığı ile ilgilidir. Derslerin sıkça geleneksel öğretim araçları olan düz anlatım ve gösterim şeklinde yürütülmesi öğretimin pedagojik yönünün ihmal edilmesine neden olabilmektedir. Yapılandırmacı öğretim yaklaşımı gereği bilginin her bir bireyin kendi öğrenim deneyimleri sonucunda oluşturulduğu ve bu bilgi inşa sürecinde öğretmenlerin bir rehber görevinde olduğu belirtilmektedir. Bu bilgi inşa sürecinin geleneksel öğretim yaklaşımlarıyla etkili bir şekilde desteklenebileceği görüşü pek de gerçekçi değildir. Bu görüşün aksine yapılandırmacı öğretim yaklaşımını esas alan derslerde aktif öğrenme ilkeleri temel alınmaktadır. Bilginin yapılandırıcısı olan öğrencinin kendi öğrenme sorumluluklarının bilincinde olmasını sağlayacak öğrenme ortamlarının oluşturulması öğretmenlerin öncelikli görevlerinden biridir. Öğrencilerin bu aktif öğrenme ortamlarında sorgulama temelli tartışmalara katılmaları, özgün sorular sormaları, öğrendiklerini yansıtmaları ve öğrendiklerini başka bağlamlara transfer edebilmeleri sağlanmalıdır. Ancak günümüzde özellikle öğretim ortamlarının bağlam temelli öğrenme ortamları oluşturma ve bunu sürdürülebilir hale getirme konusunda istenen başarıyı sağlamadan uzak olduğu söylenebilir.

Bu araştırmada bilimin doğası anlayışlarının belirli bileşenler yönünden en azından K-12 düzeyinde tanımlanabileceği görüşü kabul edilmiş ve bu bağlamda ele alınan yedi bileşenli bilimin doğası kavramsal çerçevesi esas alınmıştır. Bu kavramsal çerçeve birbirini tamamlamakta olan bir liste olmaktan ziyade birbiriyle ilişkili kavramlardan oluşan bir yapıdadır. Bu bileşenlerden ilki bilimsel bilginin kanıta dayalı olmasıdır. Bilimsel bilgi doğal dünyaya ilişkin gözlemlerden türetilen veya ona dayanan bilgilerdir. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması onu diğer düşünme disiplinlerinden ayıran en önemli özelliğidir. Bilimsel bilgi her ne kadar dirençli de olsa yine de değişime açıktır. Bilimsel bilginin değişmeyeceğini düşünen bireyler bilimin doğruluğu kanıtlanmış bilgiler topluluğu olduğunu düşünürler. Bilimsel bilginin değişebileceğini düşünmeyen bireylerin bilimsel bilgi türlerinden olan teorilerin ve yasaların da değişemeyeceğini düşünmeleri normaldir. Yaygın şekilde görülen yanılgılardan biri teorilerin değişebileceği ancak yasaların yeteri kadar kanıtın toplanmış olması sayesinde kesinleştiği ve artık değişemeyeceğidir. Benzer şekilde, teorilerin yeterince kanıta ulaşıldığında yasalara dönüştüğü görüşü de azımsanamayacak düzeyde yaygındır. Bir başka yaygın görüş ise tekdüze bilimsel yöntem anlayışıdır. Bilimin disiplin ayrımı gözetilmeden benzer yolların takip edilmesi ve bu yolla mutlaka belirli ve istenen sonuçlara ulaşıldığı bir alan olarak görülmesi, bilimsel etkinlikler için gerekli ve hayati olan yaratıcılık ve hayal gücü kullanımının önemsenmemesine ve hatta bu ikilinin bilimsellik koşullarını sağlamada sorun oluşturduğu gibi bir algının oluşmasına neden olabilmektedir. Bir başka bileşen ise gözlem ve çıkarımların aynı olmadığına değinmektedir. Yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olan bireyler gözlemler ve çıkarımları aynı şeyler olarak görme eğilimindedir ve bu ikisi arasındaki farkı açıklayamamaktadır. Bilimsel etkinlikler yalnızca doğrudan gözlemlerle açıklanamazlar. Gözlem yapma becerimiz beş duyumuz yoluyla yapabileceğimiz gözlemlerle sınırlıdır. Böyle bir anlayış gözlemleyemediğimiz olgular hakkında hiçbir yorum yapamayacağımız anlamına gelir ve bu da hatalı bir görüştür. Çıkarımlar, o çıkarımın yapılmasını sağlayan ilgili gözlemlere bağlıdır. Bilim insanları elde ettikleri veriler hakkında çıkarımlar yaparak sonuçlara ulaşırlar. Hakkında çıkarımlarda bulunulmayan gözlemler kendi başlarına bir şey ifade etmezler. Ayrıca, bilimsel bilgi sosyokültürel bir ortamda oluşturulur. Bilim insanları yetiştikleri toplumun özelliklerinden etkilenirler ve bu durum onların çalışmalarını etkiler. Belirli bir sosyokültürel yapı içinde anlam bulan bilimsel

etkinlikler onları kurgulayan kişilerin geçmiş yaşantılarından, aldıkları eğitimden ve ilgi alanlarından etkilenir. Dolayısıyla bilimsel bilgi kendi doğası gereği teori kökenlidir. Mutlak nesnel bir bilimsel bilginin oluşturulması mümkün değildir. Bu bilginin oluşturulabileceğini varsayan ve bilimsel bilgiyi insan zihninin dışında hali hazırda var olan bir yapıda gören pozitivist bakış açısı, belirtilen tüm bu bileşenlerin çağdaş anlamları dışında algılanmasına neden olmaktadır. Öğretmenlerin pozitivist yatkınlıkları, ders kitaplarının pozitivist bakış açısından derin izler taşıması ve benzeri nesnel gerçeklik algısı ürünü olan bilim algısı tüm bu süreçte mutlak surette üzerinde durulması gereken konular arasındadır.

Fen bilimleri öğretmenleri ve adaylarının yetersiz ve eksik bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmektedir. Bu yetersizlik bilimin doğası bileşenleri kapsamında değerlendirildiğinde tüm bileşenlere yayılmış durumdadır. Bu durum birçok araştırmacının ve fen eğitimcisinin dikkatini çekmiş ve bu konuda çeşitli öğretim uygulamalarını tasarlamalarına öncülük etmiştir. Bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi için 1970'li yılların ortalarından itibaren dolaylı yaklaşım, tarihsel yaklaşım ve son olarak doğrudan yansıtıcı yaklaşım kullanılmaktadır. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın diğerlerine göre daha iyi çıktılar sağladığı görüşü çeşitli araştırma bulgularıyla desteklenmiş durumdadır. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımı diğerlerinden ayıran şey doğrudan olması ve yansıtmaya izin vermesidir. "Doğrudan" kelimesi onun öğretim programına yönelik doğrudan hedefleri barındırdığına işaret ederken; "yansıtıcı" kelimesi ise bilimin doğası öğretimindeki pedagojik yöne işaret eder. Son yıllarda bilimin doğası öğretimindeki bu yaygın şöhretine rağmen bu yaklaşımın bağlam temelli olmayan uygulamalardaki etkilerinin sınırlı kaldığı konusunda yaygın bir görüş birliği oluşmuştur. Bu görüşü paylaşan araştırmacılara göre bağlam temelli olmayan ve sadece jenerik etkinlikler kullanılarak gerçekleştirilen bir doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden elde edilebilecek verim sınırlıdır. Çünkü jenerik etkinlikler uygulamalarda yer alan bireylerin bilimin doğası anlayışlarına ilişkin gelişim sağlamaktan ziyade onların ön bilgilerini harekete geçirmeye yöneliktir. Bu nedenle doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi bağlam temelli olarak gerçekleştirilmelidir (Abd-El-Khalick 2005, Clough 2006). Alan yazında ele alındığı üzere, bağlam olarak sorgulama temelli öğrenme, bilim tarihi, konu içeriği, kavramsal değişim gibi bağlamların ön plana çıktığı ve birçok çalışmanın bu bağlamlarda gerçekleştirildiği görülmüştür. Bilim felsefesi ve

sosyobilimsel konular bağlamında gerçekleştirilen araştırmaların ise sayıca oldukça sınırlı olduğu araştırmacının dikkatini çekmiştir (Abd-El-Khalick 2005). Bu nedenle, bu çalışmada bilim felsefesi genel bağlam (general context) ve sosyobilimsel konular ise özel bağlam (specific context) olarak esas alınmıştır. Genellik veya özellik ölçütü olarak bu bağlamların uygulama süresi temel alınmıştır. Bilim felsefesi uygulamaları tüm çalışma boyunca sürerken, sosyobilimsel konular sondan bir hafta önceki iki hafta boyunca konu içeriğine bağlam sağlama görevi görmüştür. Genel ve özel bağlamda ele alınan etkinliklere ve uygulamalara tüm katılımcılar dahil olmuştur.

Bu araştırmayı diğerlerinden ayıran bir diğer özellik ise üst düzeyde bağlamsallaştırılmış bir yapıda olmasıdır. Alan yazın incelendiğinde, bilimin doğası öğretiminde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimini esas alan ilk çalışmaların yalnızca jenerik etkinlikler yoluyla gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu örnek bağlamsal olmayan doğrudan yansıtıcı yaklaşıma aittir. Bu yaklaşımın biraz daha gelişmiş hali olan yarı-bağlamsal bilimin doğası öğretiminde uygulamaların ilk haftalarında jenerik etkinlikler verilir ve sonraki haftalarda bu etkinliklerin devamı olarak bağlam temelli etkinlikler geliştirilir. Bu iki etkinlik setinin birbiriyle ilişkilendirildiğini söylemek güçtür. Dolayısıyla, istenen durum tam-bağlamsal doğrudan yansıtıcı yaklaşımın kullanılmasıdır. Böylelikle, bu yaklaşım sayesinde ilk haftalarda yalnızca jenerik etkinlikler verilmemiş ve bu jenerik etkinlikler bilimin doğası bileşenleriyle doğrudan veya dolaylı bağlantılar içeren güncel okuma parçalarıyla desteklenmiştir. Bu süre zarfında hem ders süresince hem de ders dışında bilim felsefesi oturumları devam etmiştir. Kısacası jenerik etkinlikler ve okuma parçalarının kullanımıyla gerçekleştirilen dersler bilim felsefesi bağlamında desteklenmiştir. Kalan uygulama haftalarında bilim felsefesinin rolünü sosyobilimsel konular üstlenmiştir. Bu haftalarda bağlam temelli doğrudan yansıtıcı yaklaşım, kullanılan iki sosyobilimsel konu ışığında gerçekleştirilmiştir. Bu konular sayesinde öğretmen adayları bilimin doğası bileşenlerine ilişkin olarak kazandıkları olası anlayışları sosyobilimsel konulara transfer etme fırsatı bulmuşlardır. Bu durum bilgi transferine imkan vermesi bakımından üst düzeyde öğrenmeler sağlanması konusunda uygun bir bağlam sunmuştur. Bilgi transferine imkan veren tam-bağlamsal doğrudan yansıtıcı yaklaşımın kullanılmasıyla birlikte, uygulamalardan elde edilecek bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığının da sorgulanması gereği doğmuştur. Alan yazın incelendiğinde bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığını

inceleyen çalışmaların yok denecek kadar az olduğu görülmektedir. Bu durum araştırmacı tarafından bir sorun olarak görülmüş ve kalıcılığın da kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, alan yazında da sıkça önerildiği şekilde uygulamaların bitişini takip eden beş ayın sonunda kalıcılığa ilişkin nitel veriler toplanmıştır.

Şu ana kadar belirtilen uygulamalara araştırmaya dahil olan tüm katılımcılar katılmıştır. Araştırmada ele alınan durum ise üst bilişsel strateji kullanımının bağlam temelli öğretim alan katılımcıların bilimin doğası anlayışlarına olan etkisinin incelenmesidir. Dolayısıyla araştırma kurgusu içerisinde yer alan deney grubunda yer alan katılımcıların tüm bu uygulamaları üst bilişsel stratejilerin kullanımı yoluyla daha iyi geliştirip geliştiremedikleri sorgulanmıştır. Alan yazın incelendiğinde, üst bilişsel strateji kullanımının bilimin doğası anlayışlarını ne şekilde etkilediğine ilişkin olarak yapılan çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği dikkati çekmektedir. Bununla birlikte, üst bilişe ilişkin bağlam temelli çalışmaların da sayıca istenen düzeyde olmadığı görülmektedir. Öte yandan, üst bilişsel stratejilerin her öğretmen adayında aynı olumlu etkiyi yaratmama ve aynı şekilde fayda sağlamama olasılığı düşünülerek, kullanılan üst bilişsel stratejilerin sayıca çok ve çeşitli olmasına dikkat edilmiştir. Bu stratejilerin kullanımının yalnızca ders içi etkinliklerle sınırlandırılmaması için de kullanılan bu stratejilerde ders içinde kullanılanlar ve ders dışında kullanılanlar şeklinde ayrıma gidilmiştir.

Bu araştırmaya kavramsal, kuramsal ve yöntemsel açıdan yön veren şu araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişimine etkisi nedir?

a) Fen bilimleri öğretmen adaylarının bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden önceki bilimin doğası anlayışları nedir?

b) Fen bilimleri öğretmen adaylarının bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden sonraki bilimin doğası anlayışları nedir?

c) Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığına etkisi nedir?

2. Üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla desteklenmiş bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişimine etkisi nedir?

a) Fen bilimleri öğretmen adaylarının üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla desteklenmiş bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden önceki bilimin doğası anlayışları nedir?

b) Fen bilimleri öğretmen adaylarının üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla desteklenmiş bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden sonraki bilimin doğası anlayışları nedir?

c) Üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla desteklenmiş bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığına etkisi nedir?

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı üst bilişsel stratejilerin kullanımının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına olan etkisinin incelenmesidir. Bu amacın belirlenmesi aşamasında yaygın fen eğitimi alan yazınında yer alan bilimsel çalışmalardan elde edilen bulgulardan ve sonuçlardan yararlanılmıştır. Bilimin doğası anlayışlarının gelişimi ile üst bilişsel stratejilerin kullanımı arasında olumlu yönde ilişkinin varlığına ilişkin görüş araştırmanın ana fikrini oluşturmuştur. Katılımcıların bireysel özelliklerinin de dikkate alınmasıyla birlikte, uygulamalar sırasında deney grubunda yer alan katılımcılara birden fazla üst bilişsel stratejiyi aynı anda kullanma fırsatı verilmiş ve böylelikle bireysel kaynaklı öğrenme sorunlarının üst bilişsel stratejilerin kullanımından doğacak olan faydaları kısıtlaması önlenmeye çalışılmıştır.

1.3.Araştırmanın Gerekçesi ve Önemi

Bilimin doğası anlayışlarının geliştirilebilmesi için öğretmen adaylarının aldıkları fen derslerinin bilimin doğası öğretimi ile zenginleştirilmesi gerekir (Hanuscin vd. 2006). Ders kapsamında ele alınan bilimin doğasının öğretimi konusunda bağlam temelli öğretim yaklaşımları son yılların gözde çalışma alanlarından biri haline gelmiştir ve bu çalışmalar özellikle öğretmen adayları üzerinde yoğunlaşmaktadır (Abd-El-Khalick 2005, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Morrison, Raab ve Ingram 2009, Bilican 2014). Özellikle yakın zamanlarda yapılan bilimin doğası çalışmaları, bağlam temelli

yaklaşımlar doğrultusunda gerçekleştirilen bilimin doğası öğretiminin sadece jenerik etkinlikleri kapsayan ve bu yolla bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeyi amaçlayan yaklaşımlara göre daha etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir (Seung, Bryan ve Butler 2009, Wahbeh 2009, Özgelen vd. 2012). Bu sonuçlar nedeniyle bu araştırmada bağlam temelli bir öğretim yaklaşımı ele alınmıştır (Rude ve Howe 2009, Bell vd. 2011, Bell, Mulvey ve Maeng 2012). Benzer şekilde, öğretmen adaylarının bilimsel bilgiyi yapılandırırken ne gibi bir öz düzenleme mekanizması kullandığı da araştırılması gereken önemli bir husustur. Çünkü üst biliş stratejilerinin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde rol oynadığı, birçok araştırmadan elde edilen bulgular ile desteklenmiştir. Öte yandan, bilimin doğası anlayışlarıyla bağlantılı olan epistemolojik inanışlar da bir yönden üst bilişle ilişkilidir. Perry tarafından ortaya konan çerçevedeki beşinci ve altıncı düzeyler üst biliş kapsamında değerlendirilir. Bu üst bilişsel düzeyde bulunan öğrencilerin doğrudan yansıtıcı yaklaşıma daha olumlu tepkiler vererek gelişim gösterdikleri ve bu anlayışların daha kalıcı olduğunu gösteren araştırma bulguları mevcuttur (Akerson vd. 2006). Bu nedenle üst bilişin epistemolojik inanışlarla olan ilgisi bu araştırma kapsamında değerli bulunmuştur ve uygulamalar süresince üst bilişsel stratejilerin kullanımı yoluna gidilmiştir. Bilimin doğası anlayışlarının tespit edilmesi veya bu anlayışların geliştirilmesi ile ilgili olan pek çok çalışma mevcutken, bilimin doğası anlayışlarının üst bilişsel stratejilerin kullanımına nasıl bir tepki vereceği ile ilgili ciddi bir araştırma boşluğunun olduğu görülmektedir. Bu nedenle, bu çalışmanın az sayıdaki çalışmanın bir devamı olması ve bir üst biliş becerisi olarak bilim felsefesi ve sosyobilimsel konu destekli bir öğretimi ele alması yönünden önem arz edeceği düşünülmektedir. Elde edilen verilerin üst biliş ve bilimin doğası arasındaki ilişkilerin aydınlatılmasında değerli bir veri havuzu sağlaması beklenmektedir.

Ayrıca bu araştırmada bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığı da sorgulanmıştır. Kalıcılığın sorgulanması alana ilişkin çalışmaların son yıllarda en çok üzerinde durduğu konulardan biridir. Kalıcılık hakkındaki bulguların sıkça farklılık göstermesi, kalıcılık hakkında daha fazla çalışmanın yapılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Mulvey ve Bell 2017). Kalıcılığın farklı bağlamlarda sağlanıp sağlanamayacağı konusunda alan yazında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Bu nedenle bu çalışmada bilim felsefesi ve sosyobilimsel konular bağlamında kalıcılığın ne oranda gerçekleştiği sorgulanmıştır.

Öte yandan alan yazın incelendiğinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin yapıldığı çalışmaların genellikle fen öğretimi derslerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar olumlu yönde olmakla birlikte aynı zamanda sınırlıdır (Akerson vd. 2006). Bu sınırlı etki bağlam temelli olmayan ve yalnızca jenerik etkinliklerin kullanıldığı doğrudan yansıtıcı öğretimden kaynaklanmaktadır (Schwartz, Lederman, Khishfe, Lederman ve Liu 2002, Matkins, Bell, Irving ve McNall 2002, Clough 2006, Bell vd. 2011). Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının bilimin doğası anlayışlarının gelişiminde daha etkili olduğuna ilişkin araştırma bulguları mevcuttur (Abd-El-Khalick 2002, Seung vd. 2009). Bununla birlikte, alan yazındaki çalışmaların büyük bir kısmının fen öğretimi derslerinde yalnızca jenerik etkinliklerin kullanıldığı ve dolayısıyla bağlam temelli olmayan öğretim yaklaşımlarıyla sonuca ulaşmaya çalıştıkları görülmektedir. Bu nedenle, bu araştırmada ilgili alan yazındaki boşluğun doldurulması gereği hissedilmiş ve öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının son yıllarda yeni yeni kullanılmaya başlanan sosyobilimsel konular ve bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Araştırmanın bir diğer gerekçesi ise üst biliş ile bilimin doğası arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmaların çok az sayıda olmasıdır. Üst biliş özellikle psikoloji alanında çalışılmaktadır ve fen öğretimi alan yazınında son zamanlarda yer bulmaya başlamıştır. Ancak üst biliş ile bilimin doğasını öğretmen adayları yönünden inceleyen uygulamalı çalışmaların sayıca sınırlı olduğu görülmektedir (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Baraz 2012). Üstelik bu çalışmalarda bilimin doğası anlayışları bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu araştırmada uygulamalar bağlam temelinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle bu araştırmadan elde edilen sonuçların ilgili alan yazına katkı sağlaması muhtemeldir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Araştırma kapsamında şu varsayımlara yer verilmiştir:

1. Bilimin doğası anlayışlarının tespiti amacıyla katılımcılardan dönem başı ve sonunda bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunu ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğini doldurmaları istenmiştir. Katılımcıların bu veri

toplama araçlarını içtenlikle yanıtladıkları ve görüşlerini tamamen yansıttıkları varsayılmıştır.

2. Katılımcıların anketleri doldururken birbirlerinden etkilenmedikleri varsayılmıştır.
3. Araştırmacının görüşlerinin katılımcıların görüşlerini etkilemediği varsayılmıştır.
4. Araştırmacının bilimin doğası anlayışlarının uygulamaları gerçekleştirebilecek asgari koşulları sağlayacak düzeyde olduğu varsayılmıştır.
5. Bozucu değişkenlerin etkisinin bağımlı değişkenleri etkileyecek düzeyde olmadığı varsayılmıştır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma kapsamında şu sınırlılıklara yer verilmiştir:

1. Bu araştırma 2015-2016 öğretim yılında Adıyaman Üniversitesi'nde öğrenim gören ve Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersini alan 65 fen bilimleri öğretmen adayıyla sınırlıdır. Dolayısıyla dönem boyunca elde edilen bulgular bu örneklem kapsamında değerlendirilmelidir. Genelleme yapmaktan ziyade örneklemde yer alan katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının tespiti amaçlanmıştır.
2. Araştırma verileri 2015-2016 Bahar Yarıyılında Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi kapsamında gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında elde edilmiştir. Bu nedenle bu veriler üzerinden ulaşılan her sonuç yalnızca bu ders kapsamında değerlendirilebilir. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar başka derslere genellenemez.
3. Araştırma kontrol ve deney gruplarında yer alan toplam 65 katılımcıdan toplanan verilerle sınırlıdır. Bu veriler katılımcıların veri toplama araçlarına verdikleri yanıtlarda samimi oldukları ve yanıtlarını içtenlikle verdikleri kabulü altında toplanmıştır. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu aracılığıyla elde edilen veriler üzerinden ulaşılan sonuçlar daha geniş evrenlere genellenebilirlik özelliğine sahip değildir.
4. Kullanılan ölçeklerin amacı katılımcıların bilimin doğası anlayışları ve üst bilişsel özellikleri arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla gerçekleştirilen öğretim uygulamasının etkisini belirlemektir. Bilimin doğası anlayışları ile üst biliş arasındaki ilişkiyi etkileyen bağdaştırıcı faktörler mevcuttur ve bu faktörlerin

etkisindeki ilişki düzeyi ölçümlere ilişkin geçerlik ve güvenirlik ölçütlerini sağlamalıdır. Hem bilimin doğası anlayışları hem de üst biliş kendi içinde karmaşık ve çok boyutlu kavramlardır.

5. Katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının tespiti amacıyla bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği kullanılmıştır. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunun yanıtlanması uzun süre gerektirmektedir. Katılımcılar bu formu doldururken bıkkınlık belirtileri göstermiştir. Bu durum formdan kaynaklanan bir sınırlılık doğurmaktadır.
6. Her ne kadar aynı sınıfta öğrenim görseler de katılımcılar farklı kişisel özelliklere sahiptir. Bireylerin sahip oldukları kişisel özellikler, dünya görüşleri ve içinde bulundukları kültürel şartlar bilimin doğası anlayışlarını etkilemektedir. Örneklemde yer alan katılımcılar ağırlıklı olarak Adıyaman İli olmak üzere çevre illerden gelen görece benzer kültürlere sahip illerde yaşamaktadır.
7. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunun değerlendirilmesi konusunda ilgili alan yazında ortak bir eğilim mevcut değildir. Bu araştırmada Jones (2010) tarafından ortaya konulan bilimin doğası anlayışları değerlendirme rubriği kullanılmıştır. Dolayısıyla bu formdan elde edilen veriler bu çerçeve ile sınırlıdır.
8. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunun değerlendirilmesinde bireylerin bilimin doğası profillerinin çıkarılması yoluyla yapılan analiz yaygındır. Bu profilleme sırasında araştırmacı, katılımcıları ait oldukları bilimin doğası kategorisine atamaktadır. Bu atama süreci her ne kadar geçerli ve güvenilir bir rubrik üzerinde yapılsa da yine de araştırmacının bilimin doğası anlayışlarından etkilenir. Bu durumu tolere etmek için fen eğitimi alanında uzman olan bir öğretmenden aynı kodlamayı yapması istenmiş ve böylece kodlayıcı güvenirliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Ancak yine de atamalar sırasında bazı önyargılı atamaların gerçekleşmiş olabileceği belirtilmesi gereken sınırlılık hususlarındandır.
9. Dersin süresi katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi için sınırlıdır. Bilimin doğası anlayışlarının gelişmesi daha fazla zaman gerektiren bir durumdur. Belirtilen kısıtlı zaman nedeniyle araştırmacı bilim felsefesine ilişkin

tartışmaları ders süresi dışında daha önceden belirlenen oturumlarda gerçekleştirmiştir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Kuramsal Bilgiler

Bu bölümde bilime ilişkin kuramsal bilgilere yer verilmiştir. Sırasıyla bilimi niteleyen özelliklere, bilimin gelişim sürecinde etkilendiği akımlara, bilim felsefesi bağlamında ele alınan kavramlara, bilim felsefesi alanında çalışan bilim felsefecilerinin görüşlerine, bilimsel okuryazarlığa ve bilimin doğasına değinilmiştir. Daha sonra üst bilişe ilişkin bilgiler verilmiştir. Son olarak hem bilimin doğası hem de üst biliş alanına ilişkin ilgili alan yazında yer alan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1.1. Bilimi niteleyen özellikler

Bilimin tanımlanması ve üzerinde uzlaşılmış bir tanımının aranması iğneyle kuyu kazmak gibi bir şeydir. Kapsamının genişliği nedeniyle üzerinde uzlaşılmış bir tek bilim tanımı oluşturmak yerine birçok kişi bilimi üzerinde uzlaşılan bileşenleri yönünden çok boyutlu bir etkinlik olarak tanımlar. Bilim tanımı üzerindeki görüşlerin ele alınış şekliyle ilgili görüşlerini Demir (2014, s. 13) şu şekilde belirtmektedir:

"Bilim nedir? sorusu mu daha doğrudur yoksa bilim kimdir? sorusu mu? Türkçeyi doğru bilenler bilimin bir özne olmadığını düşünerek bilim nedir? sorusu doğrudur diyeceklerdir. Ama gerek günlük dilde gerekse bilim literatüründe bilim öyle bir konum elde etmiştir ki çoğu zaman onu tanımak için "ne" sorusu yerine "kim" sorusunu sormak daha uygun düşmektedir. Çünkü modern dünyada bilim insanlara yol gösteren, onların hayatlarına çeki düzen veren, onları kurtuluşa erdiren (!) bilgiler demetidir. Hayatta en hakiki mürşittir ilim; bilim adamları da insanlara kurtuluş yollarını gösteren birer "aziz"!."

Demir (2014)'in görüşleri incelendiğinde bilimin ne olduğundan ziyade kim olduğu üzerinden sorgulanma yapılması gerektiği çıkarımı yaptığı görülmektedir. Bilime etken bir rol atfeden bu görüşte bilimin günlük hayatımızda ne denli etkili olduğundan bahsedilmektedir. Biraz da ironiyle karışık bir şekilde modernizmin temel varsayımlarının bilim alanındaki etkilerine değinilmektedir. Bu tanım daha çok bilim felsefesinin bakış açısını yansıtmaktadır. Özelde, bir süreç olarak kabul edildiğinde bilim daha ziyade düşünsel ve eylemsel etkinlikler bütünüdür. Dolayısıyla bilim hem bir süreç

hem de bir üründür. Bu süreç sonunda bir ürün olarak ortaya çıkan bilgiler önerme formunda ortaya çıkan dilsel ifadelerdir. Önermelerin bünyesinde barındırdığı kavramların anlaşılması, bu kavramlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi ve bunlara ev sahipliği yapan teori ve benzeri mantığa dayalı bilgi sistemlerini derinlemesine incelenmesi bilimin temel uğraşı alanıdır.

Bilime ilişkin olarak ortaya konan bu değerlendirmelerin dikkate alınması önemli bir husustur. Bilimin üzerine düşünülmesi ve uygun bir kavramsallaştırmaya elverişli bir hale gelebilmesi için yine de bilimin farklı farklı olsa da mevcut tanımlarının incelenmesinde fayda vardır. Bilimin çeşitli tanımlarının mevcut olduğu görülmektedir. Bu tanımların en eskilerinden birinde Einstein bilimi "*her türlü düzenden yoksun duyu verileri ile düzenli düşünceler arasında uygunluk sağlama çabası*", Russell ise "*gözlem ve gözleme dayalı akıl yürütme yoluyla dünyaya ilişkin olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabası*" olarak tanımlamıştır. Özlem (2016) bilimi, evreni anlama çabaları süresince betimleme ve açıklama gibi işlevleri öne çıkaran ve olguları bu yollarla açıklamaya çalışan, bir yanıyla eylemsel öbür yanıyla da zihinsel olan bir etkinlik olarak görür. Ona göre bilim, üzerinde durduğu olgulara ilişkin hipotezler üretir ve yine olgunun kendisine giderek bu hipotezleri doğrulamaya çalışır. Bu süreçte bilim bir "*nedenli tanım*" yapma etkinliği görevi görür. Bilimde incelenen olgunun kavramlar aracılığıyla tanımlanması gerekir. Zihinsel işlemler yoluyla olguların betimlenmesi bilimsel etkinlikler için ilk aşamadır. Bir bakıma sınıflandırma ve kaydetme gibi bilimsel süreç becerilerini içerir. Bu süreçlerin etkinleştirilmesi için gözlem, deney ve ölçme gibi aracılara ihtiyaç duyulur. Betimleme yalnız başına bilimsel anlamda doyurucu yanıtlar elde edilmesinde sınırlı bir etkiye sahiptir. Çünkü betimsel bir analiz yoluyla olgulara giderek elde ettiğimiz veriler bir bilgi yığınını andırır. Olgulara sıkı sıkıya bağlı bir şekilde gözlem ve deneylerle elde ettiğimiz ampirik genellemeler dışında kuramsal genellemelere de ihtiyaç duyduğumuz açıktır. Hipotezler, nedensellik ilişkisinin sorgulandığı bilimsel etkinliğin en yaygın genellemelerindendir.

Bilim aynı zamanda buluş bağlamından etkilenen bir doğrulama etkinliğidir. Bu etkinlik sırasında olgular ve olgular arası nedensellik ilişkileri ampirik bir yolla belirlenir ve devamında bu ilişkileri karşılamak amacıyla oluşturulan hipotezler yine olgulara gidilerek test edilir. Bu aşamalı yapı aslında bilimsel yönteme işaret etmektedir. Bilimsel yöntem iki yaklaşım temelinde ele alınabilir. Bunlardan ilki epistemolojik yaklaşımdır.

Buna göre bilim sağın bir bilgi edinme yoludur. Çünkü duyular yoluyla algılayabileceğimiz olgulara ilişkin zihinsel işlemler yürütmemize imkan verir. İkinci yaklaşım ise bilime atfedilen en üst yetkin aracı olma özelliğine farklı araştırma alanlarının da sahip olabileceği fikrini savunmaktadır. Bilimin sadece doğal olgulara ilişkin bir uğraş gibi görülmesinin farklı bilimlerin ve farklı bilimsel yöntemlerin var olduğu gerçeğinin yadsınmasına yol açabileceği üzerinde durmaktadır (Yıldırım 2014, Özlem 2016).

Özetle, yukarıda verilen bilime ilişkin açıklamalar ışığında bilimi karakterize eden belirli niteliklerin varlığından bahsedilebilir. Bu bağlamda; bilimin olgusal, mantıksal, nesnel, eleştirel, genelleyici ve son olarak seçici olduğu üzerinde durulmuştur.

2.1.1.1. Bilim olgusaldır

Doğrulama kavramı yalnızca formel bilimlere ait olmayan, kabaca düşünüldüğünde doğrudan gözleme ve deneye işaret eden bir bilimsellik ölçütü olarak kabul edilir. Pozitivist felsefe ile arasındaki güçlü bağlar nedeniyle doğrulama kavramı ampirik bilimlerin temel aldığı esaslardan biridir. Formel bilimlerden ayrılan yönlerini ortaya koymasının yanı sıra fizik, kimya gibi ampirik bilimlerin psikoloji, sosyoloji gibi sosyal bilimler arasında karşılaştırma yapılmasına imkan verir (Ural 2012). Bir diğer deyişle, bilimi diğer düşünme disiplinlerinden ayıran en önemli özellik bilimin olgulara dayalı bir süreç olmasıdır. Bilimsel iddiaların geçerliği bu olgulara ilişkin gözlemler üzerinden ifade edilir. Belirli bir olguya ilişkin kanıtlar doğal ortamlardan laboratuvar gibi yapay ortamlara kadar uzanan geniş bir çalışma alanı içinde gözlemler, deneyler ve ölçümler yoluyla elde edilir.

Olgusal genellemelerle kuramsal genellemelerin üretim süreci farklılık gösterir. Olgusal genellemelere indüktif yollardan ulaşıldığının bilinmesine karşın, kuramsal genellemelere nasıl ulaştığımız pek de açık seçik değildir. Bu durum yer çekimi olgusu üzerinden örneklendirilebilir. Serbest düşmeye bıraktığımız bir cismin hareketini gözlemlediğimizi varsayalım. Cismin belirli bir süre sonunda yere düşeceğini tahmin edebilir ve yapılan bu gözlem sonucunda ampirik bir genellemeye giderek boşluğa bırakılan bir cismin yere düşeceği gibi bir görüşe sahip olabiliriz. Bunun sebebini varlığını gözlem yoluyla tespit edemediğimiz yer çekimi kuvvetine bağlarız. Cismin

düşüş anında kendisini göremediğimiz ancak varlığını farklı yollardan doğrulayabildiğimiz yer çekimi kuvveti buluş bağlamı denilen bir duruma işaret etmektedir. Bu bağlamın doğal olarak hayal gücü ve yaratıcılıkla ilişkili olduğu söylenebilir (Özlem 2016).

2.1.1.2. Bilim mantıksaldır

Bilimin ayırt edici özelliklerinden biri de mantıksal oluşudur. Bilimsel bir açıklamanın mantıksal oluşu incelenen olgular hakkında hipotezlere dayalı tanımlamalar yapmaya ne kadar elverişli olduğuyla ilişkilidir. Herhangi bir etkinliğin bilimsel olabilmesi için aşağıdaki ölçütleri sağlaması gerekmektedir (Özlem, 2016, s. 33):

- Bilimsel yöntemin sunduğu çözüm mantık kurallarına aykırı olmamalıdır. Çözüme ilişkin önermeler mantığa uygun ilişkilerle örülü olmalıdır.
- Bilimsel yöntemin ürettiği çözüm olgulara yönelik olmalı, bu şekilde üretilen önermelerin tekrar olgulara gidilerek doğrulanma veya yanlışlanma imkanı olmalıdır.
- Bu ölçüt ilk iki ölçütle ilişkilidir. Bu iki ölçütü karşılayan hipotezler veya teoriler doğru veya yanlış olabilir. Bahsi geçen bu bilimsel bilgi türleri gözlem, deney ve ölçme gibi ampirik sorgulamalar yoluyla doğrulanmalıdır. Bu ölçütü sağlamayan bir hipotez çözüme hizmet edemez ve öylece kalır.

2.1.1.3. Bilim nesneldir

Bilimin nesnel oluşu bilim insanları arasında pek de inandırıcı bulunmayan ve dolayısıyla kabul edilmeyen görüşlerdendir. Ön bilgilerden ve deneyimlerden bağımsız bir gözlem olamayacağına göre insan zihninin etkinliğiyle üretilen bilimsel bilgilerin mutlak şekilde nesnel olduğunu düşünmenin mantığa aykırı olduğu düşünülebilir. Bilimin nesnelliğiyle esas kastedilen bilimin kişilere, gruplara göre değişiklik göstermemesi ve kendi içinde bir nesnellik düzeni kurduğu görüşüdür (AAAS 1990).

2.1.1.4. Bilim eleştireldir

Bilimsel sorgulamanın temelinde eleştiri vardır. Bir önermenin veya diğer tüm bilimsel bilgi türlerinin akla son derece uygun görünmesi onları sorgulayan mekanizmaların görmezden gelinmesi gibi bir anlama gelmemektedir. En güvenilir bilgiyi elde etme yolunda eleştiri önemli bir role sahiptir. Eleştirellik tıpkı bilimsellik ölçütünde olduğu gibi olgulara dayanma üzerinden sağlanır. Mevcut teoriler ilgili oldukları olgu veya olguları en iyi düzeyde açıklayabilmelidir. Teorinin kapsamında olmayan yeni olguların varlığı veya keşfi teorinin bu olguyu nasıl açıklayacağı konusundaki merakı artırır. Bilimsel kamuoyunda oluşan beklentiyle birlikte teoriler kendilerini bu yeni olguları açıklama gayreti içinde bulurlar. Bu yeni olguları mevcut mekanizmalarıyla açıklayamayan teoriler zamanla prestij kaybetmeye başlar. Teoriler bahsi geçen yeni olguları mantıklı bir şekilde kendi mekanizmalarına dahil edip açıklamak zorundadır. Aksi halde bu teoriler yerlerini daha güçlü teorilere bırakmak zorunda kalır. Newton Mekaniği çok büyük hızlarda düşünüldüğünde yetersiz kalmıştır ve yerini Einstein'ın görelilik teorisine bırakmıştır. Benzer şekilde, filojiston teorisinin zamanla bilimsellikten çok uzak olduğu, sözde bilimsel bir teori olarak yıllarca hüküm sürdüğü görülmüştür (Yıldırım 2011, Özlem 2016).

2.1.1.5. Bilim genelleyicidir

Olgular kesin bir anlam taşımamaktadır. Bazen çok geniş kapsamda bazen de çok dar kapsamda ele alınabilmektedir. Doğrudan gözleme açık olmayan olguların değerlendirilmesi süreci tartışmalıdır. Çıkarımlara dayanan ifadelerin olgu yerine hipotez olarak nitelendirilmesi gibi görüşlerle birlikte nesnel nitelikte olmayan olguların nasıl inceleneceği de bilimsel alanda tartışılan konular arasındadır. Öznel nitelikte olan olguların bilimsel incelemeye tabi tutulabileceğini söylemek güçtür. Bilimin temel analiz önceliği nesnel olgular üzerinedir ve olgular algısal/çıkarımsal olup olmamalarına göre değerlendirilir. Nesnel olgulara odaklanan bilim nesnelliği sağlayan tüm olguları aynı anda tek tek incelemez. Daha ziyade bu olgular arasındaki genellenebilir olan bazı ilişkileri ortaya çıkarmaya çalışır. Çünkü olgular tek başlarına bir anlam ifade etmez. Olguların anlam ifade edebilmesi için öncelikle bir olgu sınıfına ait olmaları şartı aranır.

Bir başka ifadeyle, bahsi geçen olgu veya olgular doğrulama veya yanlışlama sürecinde kullanılabilecek kanıtlar sunabilmeleri durumunda önemli ve değerli görülürler (Yıldırım 2011, Özlem 2016).

2.1.1.6. Bilim seçicidir

Bilim belirli bir sınırı olan alanı inceler. Çünkü olguyu nasıl tanımladığımıza göre evrendeki olgu sayısı sonsuz sayıda olabilir. Bu nedenle bilim tüm bu olgularla uğraşıp kapsamı ve geçerliği belirsiz bilgiler üretmekten ziyade sınırlı sayıda olgu üzerine çalışmalar yapar. Öte yandan, bilimsel yöntem aracılıyla yanıtını bulamayacağımız durumlar da mevcuttur. Bilimsel yöntem her türlü soruya cevap verebilir nitelikte değildir. Bir örnek vermek gerekirse, "ben yalancıyım" ifadesi olgusal açıdan bakıldığında kişinin yalan söylediğini ifade eder. Ancak kişi bu önermeyi söylerken yalancı olduğunu ifade etmesine karşın doğruyu söylemektedir. Benzer şekilde, bilimsel yöntem inanç, ahlak ve estetik gibi daha çok felsefenin konularını teşkil eden alanlarda yaşam alanı bulamaz. Kişinin ahlaki davranışlarının ne olması gerektiği, herkesin iyiye ve doğruya nasıl yönlendirilebileceği gibi sorular bilimin hedefleri arasında değildir (Özlem 2016).

2.1.2. Bilim felsefesi

Bir önceki bölümde de değinildiği üzere, bilimin doğası bilime ilişkin değer ve varsayımları içermesi bakımından, bilimin kendisini bir üst analiz yolu olarak inceleyen ve takip eden bilimin felsefesine veya bir başka ifadeyle bilim felsefesine ihtiyaç duyar. Bilim felsefesi bilimsel etkinlikte bulunan pek çok alandan bilim insanını bir araya getiren ortak bir bilgi alanıdır. Bilim felsefesinin birçok insanı bir araya getirerek ortak bir alan yaratması, onun teoride ve pratikte ortak olana ilişkin parçalar içerdiğine işaret eder. Bu ortak alan karmaşık bir etkinlik olan bilim felsefesinin toplumun bilim hakkında sahip olduğu değer ve inanışlardan az ya da çok etkileneceği fikrini doğurur. Bu durumda akla gelen ilk kavramlardan biri "ortakduyu" olarak adlandırılan ve bir toplumda hüküm süren inanç ve düşünceleri kapsayan karmaşık yapıdır. Ortakduyu günlük hayatı derinden etkileyen hatta varlığını sorgulamaya bile gerek duymadığımız alışkanlıklarımızdan

biridir. Bilimsel alanda hüküm süren mahalle baskısı da denebilir. O kadar ki Einstein ve Oppenheimer bilim tanımlarını ortakduyu üzerinden temellendirmiştir. Bilimi bu denli içten içe sarmalayan bir kavramın daima bilimle aynı yönde sonuçlar vereceğini söylemek güçtür. Bilim ile ortakduyu arasındaki ayrımı belirten kesin çizgiler olmamakla birlikte, bu iki kavram arasında çeşitli ölçütler bakımından farklılıklar mevcuttur. Bu ölçütler üzerinden yapılan karşılaştırmalara Şekil 2.1'de yer verilmiştir (Yıldırım 2011):



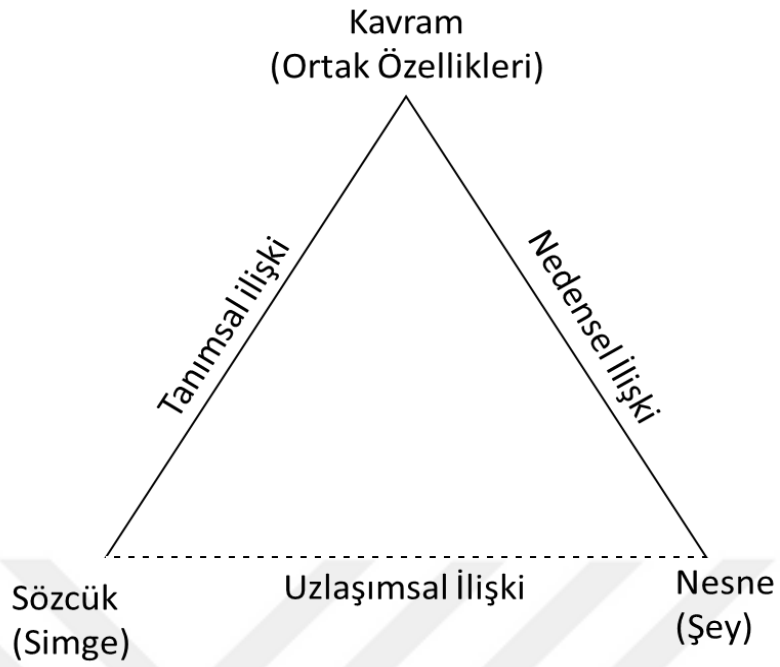
Şekil 2.1. Ortakduyu ve bilim

Şekil 2.1 incelendiğinde, bilim ile ortakduyunun gözlem, kavram ve teori düzeyinde temel farklılıklara sahip olduğu görülmektedir. Ortakduyuya dayalı gözlemlerin gelişigüzel ve dağınık olduğu, kavramların belirsiz, çok anlamlı ve niceliksel olduğu ve teorilerin dogmatik ve tutarsız bir halde olduğu görülmektedir. Bilim ortakduyunun sahip olduğu özelliklere bel bağlayarak ilerleyemez. Bilimsel etkinlikler ise sistematik, denetimli gözlemlere, açık, belirgin ve iyi tanımlanmış kavramlara ve ihtiyatlı, tutarlı teorilere ev sahipliği yapar. Bilimi diğer tüm bilimsel olmayan etkinliklerden ayıran ölçüt onun doğal dünyaya ilişkin gözlemlerden elde edilen kanıtlara dayalı olmasıdır. Bilimsel etkinlikler, her ne kadar ilgi çekici ve cazip gelse de gelişigüzel, belirsiz, dogmatik ve tutarsız gözlemlerden elde edilen kanıtlara ilgi göstermez. Sistematik ve denetimli gözlemlerle elde edilen kanıta dayalı veriler çeşitli zihinsel işlemlerden geçirilerek yani işlenerek bilgi haline getirilir. Zihinsel işlemler burada bir zihin süzgeci görevi görür. Dolayısıyla, bilgi niteliği kazanan her şey kendiliğinden teori kökenli olmak zorundadır. Bu durum, bilginin kısıtlı ve sınırlı zihinsel işlem kapasitesine sahip olan insanlar tarafından üretildiği ve insanın ürettiği bir bilginin toplumsal dinamiklerin değişmesi ve gelişmesiyle er ya da geç değişim gerçeği ile karşı

karşıya kalacağı sonucunu doğurmaktadır. Bilimde esas olan temel ilke bilginin ancak ve ancak doğal dünyaya dayalı gözlemlerden elde edilen kanıtlar ışığında değişebileceğidir. Üretilme sürecinde doğal olarak teori kökenli olan bilgi, değişebilir olma ölçütünü kanıta dayalı olma üzerinden temellendirmektedir. Böylece, bilimsel olduğu düşünülen bir bilginin; teori kökenli olma, kanıta dayalı olma ve değişebilir olma özelliklerini barındıran doğrusal bir ilişki zinciri kurulmuş olur (Yıldırım 2011, Özlem 2016).

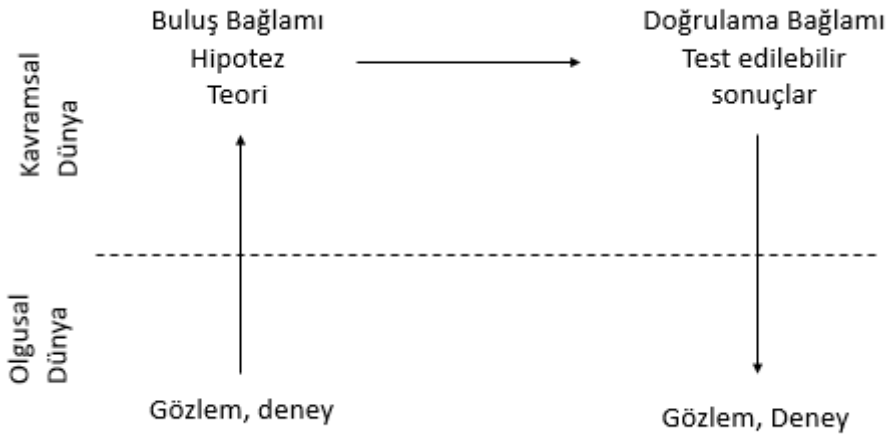
Bilimsel kavramların yanılgılara yer vermeden edinilebilmesi için bu kavramların iyi bir şekilde yapılandırılması gerekmektedir. Bu süreç iyi geçirilmediğinde kavramlara ilişkin bilimsel alanda kabul edilen hallerinin dışında pek çok alternatif kavramın geliştirildiği görülmektedir. Bu alternatif kavramların önlenmesi bilim ile bilimsel kavramları kurgulayan dilin karşılıklı ilişkisinin doğru bir şekilde analiz edilmesinde yatmaktadır. Bilinmelidir ki dil olmadan bilimsel bir dilin kurgulanması mümkün olamaz. Dil bir aktarım aracıdır ve büyük oranda sosyal bir etkinlik olan bilimde elde edilen bulguların diğer paydaşlarla paylaşılarak aktarılması gerekir. Açıklama gücü yüksek olan bilimsel bilgi türlerinden olan teorilerin herhangi bir dil kullanmaksızın, aslında neden bildiren tanımlama işi olan açıklamanın gücünü ortaya koyabilmesi mümkün değildir. Açık seçik anlamlara sahip olan kavramları içeren teoriler, o kavramların üzerine inşa edildiği olguların çok anlamlı olmasını da dikkate alarak çeşitli işlevsel tanımlamalara başvurur ve böylece olabildiğince tek ve evrensel bir anlama sahip kavramlar arasındaki ilişkileri irdeler (Özlem 2016).

Dilin temel birimleri sözcüklerdir. Sözcükler olguları simgeler. Sözcükler ve temsil ettikleri olgular arasında zorunlu bir ilişki yoktur. Nesnelere ait olan özellikleri, bunların arasındaki ilişkileri ve her türlü soyutlamaları içerebilir. Sözcüklerin betimleme özelliğinden faydalanılarak kavramlara ulaşılır. Sözcükler ilgili oldukları olguları nedensel bir ilişki yerine uzlaşımsal bir ilişki içinde ifade eder. Kavramlar belirli özelliklere sahip olan sözcükler üzerinden oluşturulur. Nedensel ilişkiler olgular ve kavramlar arasındadır. Bilim nedensel ilişkileri incelediğine göre, kavramsallaştırma bilim için hayati bir süreçtir ve bilimsel dil kavramlar üzerinden yürütülür. Bahsi geçen ilişkilere Şekil 2.2'de yer verilmiştir (Yıldırım 2011):



Şekil 2.2. Kavramlar dünyası

Şekil 2.2. incelendiğinde, nesnelere ilişkin ortak özellikler üzerinden tanımlanan kavramların nedensellik ilişkisi yönünden ilgili olduğu nesneye, tanımsal ilişki yönünden ise sözcüklere bağlantılı olduğu görülmektedir. Nesnelerle sözcükler arasındaki ilişki ise uzlaşımsaldır. Yani esasında sözcüklerin ilgili oldukları nesneyi etiketledikleri ve sözcüklerin o nesneye anlam ve kapsam yönünden birebir eşdeğer olduğu varsayımına dayanır (Yıldırım 2011). Öte yandan, bilimsel dilin kullanımının kavramlar aracılığıyla yürütüldüğünü belirtmiştik. Bilim aynı zamanda bilimsel yöntemi kullanarak açıklama üretme işidir. Olguların benzer ve farklı özelliklerine göre sınıflandırılmış halleri olan kavramların anlamlı bir şekilde araştırılması ve elde edilen sonuçların geçerli ve güvenilir olması için bu sürecin bilimsel yöntem uyarınca gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bilimsel yöntemin incelenmesinde olgusal dünya ve kavramsal dünya ayrımının yapılması faydalıdır. Olgusal dünya ile kuramsal dünya ayrımı Şekil 2.3'te verilmiştir (Yıldırım 2011):



Şekil 2.3. Olgusal dünya ve kavramsal dünya

Şekil 2.3 incelendiğinde, olgusal dünyadaki gözlemlerin kavramsal dünyada bilimsel yöntem açısından iki bilimsellik ölçütü altında değerlendirildiği görülmektedir. Bu ölçütlerin ilki buluş bağlamıdır. Buluş bağlamı hayal gücü ve yaratıcılığa dayanan bir özelliğe sahiptir. Buluş bağlamının bilimdeki önemi büyüktür. Çünkü hakkında bilimsel açıklamalar üretmeye çalıştığımız olguların tamamına yakını duyu organlarıyla algılanamayan ve bu nedenle doğrudan gözleme el vermeyen olgulardır. Bu nedenle hipotezler ve açıklama güçleri yüksek olan ve tahmin etme yeteneğinden yararlanılan teorilerin buluş bağlamıyla sıkı sıkıya ilişki içinde olduğu söylenebilir. Örneğin yer çekiminin kendisini görme imkanımız yoktur. Ancak bu çekimin etkisini etki ettiği nesneler üzerindeki gözlemlerimizden anlayabiliriz. Bir başka ifadeyle, yer çekimini doğrudan duyumlama imkanımız olmamasına rağmen onun hakkında hipotezler, yasalar ve teoriler oluştururuz ve bu olgu hakkında bilimsel açıklamalar üretme yoluna gideriz. Bu açıklamalar aynı zamanda doğrulama bağlamı içinde de değerlendirilir. Doğrulama bağlamı yoluyla daha önceden buluş bağlamı yoluyla elde edilen bilimsel bilgi türlerine ilişkin test edilebilir sonuçlar elde etme imkanı bulunur. Test edilen bilimsel bilgiler doğrulanmaları halinde birer kanıta dönüşürken, yanlışlanmaları halinde yeni hipotezlerin kurulmasına öncülük ederler (Yıldırım 2011).

Buraya kadar bilimin olguları açıklamaya çalışan hem zihinsel hem de eylemsel bir etkinlik olduğunu görmüş olduk. Değinildiği üzere bilim aynı zamanda bilimsel yöntemi kullanarak açıklama üretme işidir. Bilimsel açıklamalar aynı zamanda hipotezlere dayalı tanımlamalardır. Özetle, olgusal türden genellemelerle kuramsal türden

genellemeler arasında fark olduğu ve bu farkın özellikle genellemelerin üretilme biçimiyle ilgili olduğu sonucuna varılabilir.

Bilimin doğal dünyaya ilişkin gözlemleri sırasında kanıta dayalı sonuçları temel aldığından bahsetmiştik. Bu kanıtların doğal dünyaya ilişkin olgular üzerinden toplanması olguların kapsamının ve araştırılabilir olmasının sorgulanmasını gündeme getirmektedir. Yalnızca doğrudan gözlenebilir olguların incelenmesi bilimin çok dar bir kapsamda ele alınmasına neden olabilir. Çünkü araştırmalara konu olan olguların çok büyük bir kısmı doğrudan gözlenemeyen olgular üzerinedir. Bu nedenle bilimi yalnızca algılarımıza açık olan olguların incelenmesi olarak görmek onun kapsamının son derece sınırlı olmasına ve sorulara yanıt verememesine neden olabilir. Çizelgede öznel/nesnel ve algısal/çıkarımsal ayrımına göre olgulara yer verilmiştir (Yıldırım 2011):

Çizelge 2.1. Algısal/çıkarımsal ve nesnel/öznel olgu ayrımı

		Algısal	*Çıkarımsal*
Nesnel	Tek veya dağınık	Şimdi önümde bir kitabın olması	Dünyanın yuvarlak oluşu
	Genel veya düzenli	Metallerin ısıtıldığında genleşmesi	Gezegenlerin güneş çevresinde elips yörüngeler çizmesi
Öznel	Tek veya dağınık	Şu anda duyduğum baş ağrısı	Ahmet'in işini kaybetme endişesi
	Genel veya düzenli	Çiçekleri güzel bulmam	Annelerin çocuklarını sevmesi

Çizelge 2.1 incelendiğinde, bilimin her türlü olguyu incelemediği, yalnızca nesnel olan olgu türlerine odaklandığı görülmektedir. Bilimin doğası derslerinde veya ilköğretim ders kitaplarında kastedilen şey de esasında budur. Bilimin nesnelliği öznel sayılan olgulardan ziyade nesnel olguları incelemesinden gelir. Ancak bu durum bilimin hem nesnel hem de teori kökenli olması bileşenleri söz konusu olduğunda karıştırılmaktadır. Öğrenciler bilimin nesnel olması gerektiğini ders kitaplarında sürekli olarak gördükleri

için bilimin öznellik taşıyabileceği yönündeki çağdaş bilim paradigmasını anlamakta güçlük çekmektedir (Khishfe 2015).

Olguya gitme yolları olarak gözlem, deney ve ölçme örnek gösterilebilir. Bunlardan ilki ve en temel olanı gözlemdir. Olguya giden gözlemler ortakduyuda olduğunun aksine gelişigüzel bir yapıda olmamalıdır. Bu nedenle gözlemler yalnızca incelenen olgunun kendisine yönelik olmalıdır. Gözlem sırasında olgunun istediğimiz yönlerine odaklanıp o özellikleri gözlemleme gibi kişisel bir önyargının varlığı her zaman olasıdır. Olgulara bakınca gördüklerimiz onun hakkındaki algılarımızın bir nevi yorumudur. Bilimsel gözlemi diğerlerinden ayıran, bu yorumlama sürecine kişisel görüş veya tutumların yansıtılmamasıdır. Buradan şöyle bir çıkarıma ulaşmak mümkündür: gözlemler her zaman kişisel bakış açıları ve zihinsel çerçevelere göre yapıldığına göre gözlemlerin nesnel olmasını beklemek pek de mantıklı değildir. Kastedilen şey gözlemlere ilişkin algısal yorumlamalara kişisel görüşlerin ve inançların karıştırılmaması ve olabildiğince bilimsel ölçütlere sadık kalınmasıdır. Bu durum bilimsel bilginin gözlem ve çıkarımlara dayalı olmasının anlaşılmasında son derece önemlidir. Çünkü çıkarımlar yerine gözlemlerin öznel olmaması gerektiğini düşünen bireylerin bu bileşeni anlamamaları ve bunun hakkında alternatif kavramlar geliştirmeleri normaldir. Öte yandan bir gözlemin bilimsel değerini tekrarlanabilir olması verir. Bu özellik bilimsel bilgi üretiminde doğal dünyaya ilişkin gözlemlerin kanıta dayalı olması bakımından önemlidir. Çünkü bilim tekrarlanan gözlemlere açık olmayan olguları incelemeye değer bulmaz (Yıldırım 2011).

Bir diğer olguya gitme yolu deneydir. Deney de bir gözlem biçimidir. Gözlemle farklılaştığı noktalar mevcuttur. Örneğin gözlemler kendiliğinden ortaya çıkan belirli bir olgunun incelenmesine dayanır. Ancak deneyde olgunun kendiliğinden ortaya çıkması beklenmez. Onun yerine o olguyu ortaya çıkaracak sistem çeşitli araç ve gereçler kullanılarak kurgulanır. Deney incelenen olgunun tekrarlı bir şekilde gözlemlenmesine imkan vermesi bakımından gözleme göre daha avantajlıdır. Bu avantaj bilimin tekrarlanabilir gözlemler yoluyla güvenilir sonuçlar elde etme hedefine hizmet eder niteliktedir. Ancak, sıkça görüldüğü üzere, deney öğrenciler tarafından bir gözlem biçimi olarak değil de bir kanıtlama aracı olarak görülmektedir. Deney yoluyla elde edilen kanıtlar bu kanıtlar aracılığıyla elde edilmesi kuvvetle muhtemel sonuçlarla karıştırılmaktadır. Yani deneyler sonucunda elde edilen şey sonuçlar değil kanıtlardır. Bu

kanıtlar gerçeğin kendisini ifade etmekten ziyade gerçeğe ilişkin modeller üzerinden kurgulanan teorilere ve bu teorilerin tekrarlanabilir gözlemlerle sınanabilirliğine hizmet eder. Bu nedenle öğrencilerin deneyler sayesinde toplanan kanıtların açıklayıcı ve kestirimsel gücü yüksek olan teorilerin güvenirliğine katkı sağladığını ve gerçekliği tek başına kanıtlamak gibi bir hedefinin olmadığını öğrenmeleri sağlanmalıdır (Lederman vd. 2002).

Bilim, genel anlamda, olgulara ilişkin betimlemeler ve buna bağlı açıklamalardır. Bilimsel açıklamalar olgulara ilişkin betimlemelerle yetinmezler. Çünkü bilimsel açıklamalar olguların "nasıl"ından çok "neden" olduğuyla ilgilenir. Bir olguyu açıklamak için diğer olgulara da başvurmak gerekir. Açıklama sayesinde incelediğimiz olguyu diğer olgularla ilişki içine sokar ve çeşitli genellemeler elde ederiz. Bunu ister doğa bilimleri ister formel bilimler açısından dedüksiyon yoluyla yaparız. Bununla birlikte, doğa bilimlerinde açıklanan şeyin doğruluğunun ortaya konabilmesi için olgulara gidilmesi gerekir. Özetle, bilimsel olduğu iddia edilen bir açıklamanın; mantıksal açıdan geçerli, içerik yönünden de olgulara gitmek suretiyle doğrulanabilir olma özelliklerini taşıyan önermelerden oluşan bir çıkarım olduğu düşünülebilir.

Bilimsel açıklamaların önermelerden oluşan genellemelere ilişkin çıkarımlar olduğu fikri, bilimsel açıklama türlerinin yalnızca algısal ve nesnel genellemelere indirgenemeyeceği fikrini de beraberinde getirmektedir. Bilimin olguları açıklamada kullandığı genellemelerin evrensel olmasının yanı sıra istatistiksel de olabileceği görülmektedir. Dilsel düzey ve kapsam yönünden genellemelerin özelliklerine Çizelge 2.2'de yer verilmiştir (Yıldırım 2011):

Çizelge 2.2. Dilsel düzey ve kapsam yönünden genellemeler

Dilsel Düzey Yönünden	Kapsam yönünden: Evrensel	Kapsam yönünden: İstatistiksel
Gözlemsel	Bütün metaller yeterince ısıtıldığında genleşir.	Her yıl dünyaya gelen çocukların yarısı erkektir.
Teorik	Bir dış gücün etkilediği bir cismin hızı o güçle doğru orantılı ve aynı yönde değişir.	Radyo-aktif bir maddedeki atomların yaklaşık %50'si 1700 yıllık bir süre içinde çözüntüye uğrar.

Gerçek genellemeler yasalar ve hipotezlerden oluşur. Bir genellemenin yasa olabilmesi için bir genelleme olması, olgusal içeriğe sahip olması ve o genellemede ifade edilen yargının doğru olması gerekir. Örneğin, "*bütün metaller yeterince ısıtıldığında genleşir*" genellemesini inceleyelim. Tablo incelendiğinde bu genellemenin kapsam yönünden evrensel, dilsel bakımdan ise gözlemsel olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, bu genelleme gözleme açık bir genellemedir ve aynı zamanda tüm metalleri konu edinir. Bu genellemelerin, teorik olanlardan farkı genellemede geçen terimlerin tamamının gözlem verilerine dayalı olmasıdır. Teorik genellemelerde ise terimlerden en az biri teoriktir. Öte yandan, gözleme dayalı genellemeler olgularla doğrudan karşılaştırılır, teorik genellemelerde ise olgularla karşılaştırılan şey mantıksal sonuçlardır. Gözlemsel düzeydeki genellemelere ulaşmanın temel yolu indüksiyondur. Tespit edilen olgular arası ilişkiler henüz gözlenemeyen olguları da içine alacak şekilde indüktif çıkarım yoluna gidilir. Yer çekimi yasası ve Boyle gaz yasası bu şekilde elde edilmiştir. Dedüksiyon yoluyla da yasa oluşturulabilir. Ancak bunun için öncül bir teoriye ihtiyaç vardır. Boyle gaz yasasının gazların kinetik teorisinden dedüksiyonla elde edilebildiği

görülmüştür. Teorik nitelikteki genellemelerin bulunmasında retrodüktif yol kullanılır. Bu yasalara daha gelişmiş teorilerden elde edilen dedüktif çıkarımlar yoluyla ulaşılabilir. Bu çıkarımların özelliği doğrudan gözlenemeyen olgulara ilişkin açıklama ve öndeme olanağı sağlamasıdır. Bir diğer gerçek genelleme türü ise hipotezlerdir. Kavramlar ve görgül gözlemler arasındaki ilişkilerin niteliğine ilişkin genelleme niteliğindeki önermelerdir. Hipotezleri yasalardan ayıran özelliği yasalar gibi tüm gözlem ve deney sonucunda doğrulanmamış olmasıdır. Bir önermenin hipotez olabilmesi için öncelikle doğruluğunun bilinmiyor olması ve bu önermenin doğrudan test edilebilir olmaması gerekmektedir (Yıldırım 2011, 2014, Özlem 2016).

Bilim felsefesinin genel olarak bilimden farklılaştığı yönler mevcuttur. Tıpkı bilimde olduğu gibi bilim felsefesinin bilimsellik ölçütleri de zamana değişiklik gösterebilir. Çünkü bilime ilişkin tartışmaların yürütüldüğü bilim felsefesinin bilime ilişkin yenilikleri tartışma gündemine almaması düşünülemez. Bununla birlikte, bilim felsefecileri herhangi bir gözlemin yasa veya model oluşturup oluşturmadığını değil, bizzat bilimsel yasa, model veya teorinin ne anlama geldiğini sorgular (Demir 2014).

Bilim felsefesinin aşağıda belirtilen şu özgün sorulara yanıt aradığı söylenebilir (Demir 2014: 28-29):

- Bir olay, olgu veya sürecin diğerinin nedeni olduğu nasıl bilinebilir?
- Nedensellik ile determinizm aynı şeyler midir?
- Bilimsel yasa nedir?
- Doğa yasaları var mıdır, varsa nasıl bilinebilir?
- Toplum yasaları ile doğa yasaları aynı mıdır?
- Bilimsel bir teorinin hangi özelliklere sahip olması gerekir?
- Aynı konuda farklı teoriler arasında hangisinin tercih edileceğine nasıl karar verilecektir?
- Bilimsel bilgiyi diğer bilgi türlerinden farklı kılan özellikler nelerdir?
- Doğa bilimleri ile sosyal bilimlerin bilimsel bilgi üretme yöntemleri aynı mıdır?
- Farklı bilim dalları için farklı bilimsellik standartlarından bahsedilebilir mi?

- Açıklama nedir? Bilimsel açıklama diğer açıklama türlerinden hangi yönüyle farklılaşır?
- Bilim adamlarının kullandıkları dil nasıl çözümlenmelidir?
- Her bilim adamı kullandığı terimlerle neyi kastetmektedir?
- Gözlem, ispat, tümevarım, tümdengelim, betimleme, açıklama, anlam gibi terimlerin bilimle ilgisi ve bilimsel bilgi sürecindeki rolleri nelerdir?
- Tarih, matematik, felsefe, mantık birer bilim midir, niçin?
- Bilim ile değer, bilim ile sanat, bilim ile ahlak, bilim ile din, bilim ile kültür nasıl ilişkilendirilebilir?
- Bir bilgi türü olarak bilim insanlığın hangi ihtiyaçlarını karşılamaya yetmektedir?
- Bilimsel bilgi ile yetinmek mümkün müdür?

2.1.2.1. Bilime ilişkin ontolojik ve epistemolojik tartışmalar

Pozitivizme ilişkin epistemoloji bilimsel bilginin nesnel ve değer-katıksız olduğunu ve bu bilginin evrensel yöntem kullanımı ile üretildiğini savunur. Bu görüşte amaç evrensel olarak geçerliği olan yasaları keşfetmektir. Elde edilen verilerin güvenirliği ve geçerliği deney yoluyla tekrarlanabilme ve bulguların genellenebilir olması yoluyla denetlenir (Leahey 1992). Bir bilginin doğruluğunun belirlenmesinde ispata başvurulur. Ancak ispat kabul edilebilir bir yönteme ihtiyaç duyar. Rasyonalizm ve empirizm bu yöntemlerin başlıcalarıdır. Yeniçağ sonrası dönemde bilgi kuramının temel sorunlarına genel olarak empirizm ve rasyonalizm temelinde yaklaşıldığı görülmektedir. Bu iki görüşün birbirini tamamen dışladığı söylenemez. Bu dönemde empiristlerin akıl bilgisini, rasyonalistlerin de duyu bilgisini ikincil de olsa dikkate aldıkları görülmektedir.

Tüm deneyimlerimiz hem duyusal hem de rasyonel özellikler taşır. Duyuların sağladığı tanı bilgisinin yanı sıra akıl yürütme yoluyla da gerçek genellemelere ulaşılabilir. Aslında bilgilerimizi bu iki yolun eşgüdümüyle yapılandırırız. Biri aklın soyut ilkelerini diğeri ise doğal dünyaya dayalı gözlemleri öncelikli ölçüt olarak ele alır. Bununla birlikte, bu iki görüş söz konusu doğrulanabilirlik olunca ortak bir uzlaşıya

varmaktadır. Her iki görüş güvenilir olma iddiasını taşıyan bilgilerin ispatının ancak doğrulama yoluyla sağlanabileceğini savunur (Demir 2014, Özlem 2016).

2.1.2.1.1. Empirizm

İspata ilişkin kabul edilebilir yöntemlerden ilki empirizmdir. Aydınlanma döneminin en önemli filozoflarından biri olan Bacon (1561-1626) gözlem ve deneyin bilimsel etkinliklerin merkezinde yer alması gerektiğini belirterek kendisiyle anılan empirizme etkin bir kuramsal çerçeve sağlamıştır. Dönemin filozoflarından biri olan Locke (1632-1704) ise Bacon'dan etkilenerek tüm bilgilerin deneye dayandığını öne sürmüştür. Bu görüşüyle, Bacon'a benzer şekilde doğuştan gelen bilgi anlamına gelen *a-priori* bilginin varlığını reddederek, a-posteriori bilgiyi ön plana çıkarmıştır.

2.1.2.1.2. Rasyonalizm

İspata ilişkin kabul edilebilir yöntemlerden ikincisi ise rasyonalizmdir. Bilgiye, gözlem ve deneylerden ziyade akıl yürütme yoluyla ulaşılabileceğini varsayan rasyonalist düşünürler, a-priori bilgiye dikkati çekerek, empiristlerin düşündüğünün aksine, insan zihninin boş bir levha olmadığını savunmaktadır. Bu düşünce akımında insan zihninin işleyişi ile ilgili kuralların nesnel dünyada varlığını sürdüren kurallarla örtüştüğü varsayılır. Bu görüş bilimsel açıklamaların temeline akla dayanan ilkeleri yerleştirir. Bu görüşe göre akla uygun olan şeyler gerçektir. Benzer şekilde, gerçek olan şeyler de akla uygundur. Zihin, olgulara ilişkin bilgiler üretirken nesneyi hakkında bilgi vermeye zorlayan kalıplara sahiptir. Bu kalıplar dış dünya ve nesneler tarafından üretilemeyeceğine göre bilgi birikimi ne denli olursa olsun dış dünyaya ilişkin bilgileri değiştirmez (Demir 2014).

2.1.2.1.3. Pragmatizm

Dewey (1859-1952) bu akımın önde gelen filozoflarındandır. Bu kurama önceki iki kuramın temel varsayımlarını belirli bir oranda doğrulayan veya yanlışlayan bir sentez olarak yaklaşılabilir. Rasyonalistlerin aksine, gözlem ve deneylerin insanı etkilediğini ve

bu nedenle bilimin doğası bileşenleri arasında yer alan haliyle, bilimsel bilgi üretiminde temel araç olan gözlemlerin, teori yüklü (theory-laden) olduklarını varsayar (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Pragmatizmin bir diğer çıkarımı ise aynı anda birden fazla teorinin var olabileceği ve teorilere ilişkin varsayımların değişebileceğidir (Demir 2014). Bu durum ileriki bölümlerde anlatılacağı üzere Feyerabend'in görüşleriyle uyumludur. Ayrıca bu görüşler bilimin doğası kapsamında yer alan bileşenlerin öğretimi için tavsiye edilen çağdaş paradigmalarla da benzerlik göstermektedir.

2.1.2.1.4. Pozitivizm

Pozitivizmin anlaşılmasında günümüz bilim felsefesine öncülük eden 1930'lu yılların en yaygın bilimsel görüşü olan mantıksal pozitivizmin anlaşılması önemlidir. Viyana kahvelerinde gerçekleştirilen akşam toplantıları şeklinde başlayıp büyük bir akıma dönüşen mantıkçı pozitivizm birçok alandan araştırmacıyı bir araya getirmiş ve onlara görüşlerini paylaşma fırsatı vermiştir. Grubun amacı siyasi çalkantılarla birlikte kendisinin de bir bunalımın içinde olduğu iddia edilen bilim felsefesinin belirsizliklerini ortadan kaldırmaktır. Bu akım öncelikle metafizik olan her şeyi felsefeden ayırma iddiası ile yola koyulmuştur. Metafiziğin bertaraf edilmesi bilim ile sözde-bilimin net bir şekilde ayrılmasına öncülük edecektir. Ayrıca mantıksal çözümlemenin ışığında birçok farklı bilim dalını tek başına içinde barındırabilen bir bilimin elde edilebileceğini düşünmüşlerdir. Bu durum onların olgu ve mantık dışı her şeyi anlamsız görmelerine ve olgulara ait olmayan tüm gerçeklik algılarını yok saymalarına neden olmuştur. Bu akıma göre metafizik ifadeler, etik ve din gibi araştırma alanlarının aksine, yalnızca duyusal deneyimlere açık olan önermeler bilişsel alanda anlamlı olabilir. Bilişsel alanda anlamlı olmak doğa bilimlerine ilişkin nahif deneyci bakış açısıyla sınırlandırılmıştır (Friedman 1999).

Mantıkçı pozitivizmin anlaşılması için öncülü olan mekanikçi materyalizme ve yeni-kantçılığa bakmak gerekir. Mekanikçi materyalizm maddenin dışında varlık, mekaniğin dışında da düzen tanımaz. Bu düşünce yapısında hiçbir doğa ötesi güce yer yoktur. Bilimin görevi madde ve güç arasındaki ilişkiyi açıklamaktır. Yeni-kantçılar tüm bilgilerin temelinin önsel bir unsura dayandığını iddia eder. Mantıkçı pozitivistler içinde en etkili olan grup yeni pozitivistlerdir. Bilimsel bilginin ölçütünü deneylerle

doğrulanabilir olma üzerine kurmuşlardır. Yeni pozitivistler bilimsel olma durumunu duyusal gözlemlere indirgenebilme olarak tanımlamışlardır. Ancak matematiksel ifadeler olgular gibi formüle edilemiyordu. Yeni pozitivistlerin öncüsü Ernst Mach ise terimlerin teorik olarak ele alınabilmesi için karşılaşım kuralına uymaları gerektiğini düşünüyordu. Ona göre bir teorinin bilimsel olabilmesi için ele alınan olgular arası ilişkinin matematiksel olarak formüle edilmiş olması ve gözleme dayalı ifadelerle tanımlanabilmesi gerekiyordu (Demir 2014).

Öte yandan pozitivizmin günlük hayatımızı çok yönlü bir şekilde etkilemeye devam ettiği söylenebilir. Pozitif kelimesinin anlam olarak olumlu bir anlam çağrıştırması bakımından pozitivizmin de günlük hayatımızdaki olgu ve olaylara ilişkin olumlu düşünce ve davranışları karşılayacak şekilde kullanıldığı söylenebilir (Ural 2012). Bu olumlu gibi görünen durumun aksine nahif görüşler sıklıkla mantıksal pozitivizm ile ilişkilendirilir. Mantıksal pozitivizmde bilimsel bilginin doğrudan gerçeklikle bağlantılı olduğu, hayal gücü ve yaratıcılıktan, dogmalardan ve önyargılardan bağımsız olduğu düşünülür. Bu ontolojik görüş bilimin kesin doğruları keşfettiği algısını yaratır (Aikenhead 1987). Nadeau ve Desautels (1984) okullardaki öğretim sırasında öğrencilerin mantıksal pozitivizm kökenli olan ve bilime ilişkin ideolojik dayanaklar barındıran hatalı görüşlere sahip olduklarını belirtmektedir. Bu ideolojik dayanaklar beş kategoride incelenmektedir:

1. Nahif realizm: Bilim kesin doğru olan bilgilere ulaşmamızı sağlar.
2. Hayalci deneycilik: Bilim titiz bir şekilde yürütülen düzenli ve yorucu bir veri toplama etkinliğidir.
3. Saf deneycilik: Bir tek deneyle herhangi bir hipotez kesin bir şekilde sonuca ulaştırılabilir.
4. Kör idealizm: Bilim insanları tamamen önyargısız ve nesneldir.
5. Aşırı rasyonalizm: Bilim bizi kademe kademe gerçekliğe yaklaştırır.

Pozitivizmin temelinde doğrulamacılık vardır. Bu nedenle buluş bağlamının bu görüş altında ihmal edildiği söylenebilir. Bu durum belirtilen ideolojik dayanaklarda da kendini belli etmektedir. Nahif realizm görüşüne sahip olan öğrencilerin bilimi kesin bilgiler üreten bir etkinlik olarak gördükleri, hayalci deneycilikte ise bilimin hayal gücü ve yaratıcılığın yoğun şekilde kullanıldığı bir etkinlikten ziyade dikkatlice

yürütüldüğünde kesin sonuçlar veren bir etkinlik olarak algılandığı görülmektedir. Saf deneycilik görüşünde ise diğer olguya ulaşma yolları arasından deneyin rolünün ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Bu görüşe sahip olanlara göre deney yoluyla elde edilen kanıtlar olgular ve olaylara ilişkin kusursuz kanıtlardır ve tek başına bir hipotezi veya teoriyi çürütebilir. Kör idealizm görüşünde ise bilim insanlarının diğer insanların aksine yaptıkları işin verdiği sorumluluk gereği önyargısız ve tamamen nesnel olmaları gerektiği görüşü hakimdir. Son dayanak ise aşırı rasyonalleştirme mantığıdır. Bu görüşe göre bilimsel etkinliklerle uğraştıkça gerçeğe yaklaşılır. Bu düşünceye sahip öğrencilere göre herkesin aynı şekilde tanımladığı ve hemfikir olduğu bir nesnel gerçeklik mevcuttur ve bilimin görevi de bu gerçekliği ortaya çıkarmaktır.

2.1.3. Bilim felsefecileri

Bilimsel ilerlemenin rasyonel olup olmadığı, bilimsellik ölçütlerinin neler olduğu ve bilim ile bilim olmayanı ayıran sınırın ne olduğu gibi konular genel olarak bilim felsefesinin içeriğini oluşturmaktadır. Bu bölümde bu araştırma kapsamında görüşleri temel alınan bilim felsefecileri ile ilgili daha detaylı bilgilere yer verilmiştir.

2.1.3.1. Auguste Comte

Saint Simon'dan etkilenen Comte Fransız Devriminin yaşandığı çalkantılı dönemlerden çıkmanın yolunu pozitivizmde görür. Toplumun bilim yoluyla yeniden inşa edilmesi gerektiğini ve bu inşanın da olguları inceleme konusu olarak alan pozitivizm aracılığıyla yapılması gerektiğini savunur. Pozitivizm yoluyla üretilen bilgi olgulara dayanır. Olgulara dayalı olması gözlem ve deney yoluyla değerlendirilmesini gerektirir ve bu nedenle pozitif bilgi adını alır. Esas hedefi pozitivist bilim yardımıyla hem doğa bilimlerine hem de toplum bilimlerine yön vermektir. Öne sürdüğü üç hal yasasının son evresini pozitif bilgi oluşturmaktadır. Pozitif bilgi incelediği olguları veya olayları dini veya metafizik referanslardan ziyade diğer olgu veya olaylara dayandırdığı nedensellik ilişkisi ile açıklar. Comte fikirleriyle mantıkçı pozitivist çevrenin temel görüşlerinin oluşumunda etkili olmuştur (Comte 1975).

2.1.3.2. Karl Raimund Popper

Avusturya kökenli Britanyalı filozoftur. Tümevarım ilkesini reddettiği için kuramların hiçbir zaman deneysel olarak doğrulanamayacağını savunur. Bu nedenle kendi bilim kuramını yanlışlanabilirlik üzerine kurmuştur. Ona göre bütün sistemler zorlu bir sınamadan geçirilerek, sonunda nispeten elverişli sistemin seçilmesi amacıyla her kuram yanlışlamaya tabi tutulmalıdır. Bir başka ifadeyle, bir kuramın bilimsellik ölçütü yanlışlanabilir olmasıdır. Doğrulayıcıları çok olan ancak yanlışlayıcıları olmayan veya belirsiz olan ve açık bir şekilde formule edilmeyen kuramlar öndeyilerinin doğru çıkmaması durumunda nasıl yanlışlanacağına ilişkin bilgi vermemektedir (Lakatos 1978, Demir 2014).

Kendisinin de tarafı olduğu Viyana Çevresi'nin bilim paradigmasına ve bu paradigma altında ele alınan temel varsayımlara sürekli olarak eleştiriler getirmesi nedeniyle "resmi muhalif" lakabını almıştır. Mantıksal pozitivizmin yoğun şekilde hakim olduğu Viyana Çevresinin etkileri nedeniyle Popper yeri geldiğinde Oxford ve Cambridge gibi üniversitelerde iş bulamamıştır. Popper'ı mantıkçı pozitivistlerden ayıran şey, yöntemlerin sorgulanması aşamasında eleştirel akılcılığı kullanmasıdır. Tikel bilgilerden tümel bilgilere ulaşma mantığını reddeder ve bu da tümevarımın reddi anlamına gelir. Popper doğruların biriktirilmesinden ziyade yanlışların ayıklanması gerekliliğine inanır. Bu nedenle görüşlerini yanlışlamacılık ölçütü üzerinden yapılandırır (Demir 2014).

Rasyonellik kavramı bilim felsefesi alanında sıkça tartışılan konular arasındadır. Mantıkçı pozitivistler bilimsellikten bahsederken şu ölçütlere değinmektedirler:

1. Zihin-nesne ilişkisi kurulmadan önce zihnin nesneyi tanımadığı kabul edilir (deneycilik).

2. Zihinde nesneye ilişkin bir algı oluşur. Bu algı, herkesin nesneyi aynı şekilde anlamlandırması sonucunda oluşur (nesnellik).

3. Tikel önermelerin biriktirilmesi yoluyla olgulara ve bu olgular arasındaki ilişkilere yönelik tümel önermelere ulaşılabilir.

4. Bu tümel önermeler olguların tekrar tekrar gözlenmesi yoluyla sınanabilir. Önermeler birikir ve bu sayede bilimselliğin altyapısı oluşturulur.

Popper bu varsayımların tümünü eleştirir ve görüşlerini şu şekilde sıralar:

1. Tüm gözlemlerimiz teori yüklüdür. Hiçbir gözlemimizin zihnimizde var olan teorilerden bağımsız olması beklenemez. Yaptığımız gözlemlere atfedeceğimiz anlamlar yalnızca o zihne ait kuramsal çerçeveler içinde anlam kazanabilir.

2. Tikel bilgilerden yola çıkılarak tümel bilgilere ulaşıldığı varsayımı mantıksal bir kesinlik taşımaz.

3. Bilimsellik ölçütü, yaygın kanının aksine, doğrulanabilirlikten ziyade yanlışlanabilirliktir. Bir iddia veya teori yanlışlarından arındırıldıkça bilimsel değer taşımaya başlar (Demir 2014).

Popper bilimsel olan ile bilimsel olmayanı karşılaştırırken merkezine yine yanlışlanabilirliği almıştır. Bir başka deyişle, Popper anlamlı olanla olmayanı ayırmaktan ziyade bilimsel olan ve bilimsel olmayanı ayırt etmek istiyordu. Anlamlı olma bağlamında tek geçerli ölçütün bilimsel bilgi olduğu görüşüne karşı çıkıyor ve metafiziğin de kendi içinde anlamlı olduğunu savunuyordu (Demir 2014, Özlem 2016).

Popper'ın bir bilimsellik ölçütü olarak ifade ettiği yanlışlanabilirlik, yanlış olan bir önermenin bilimsel olduğu gibi bir çıkarıma işaret ettiği için yanlış anlamaya neden olabilmektedir. Oysa Popper yanlışlığı doğrulanan bir önermenin doğru olduğunu iddia eden ve tüm mantık yollarını bu şekilde tüketen biri değildir. Popper bu ilke kapsamında, hangi durumların mevcut olması halinde bir iddia veya teorinin bilimsel olamayacağını kastetmektedir. Merkezine sınanabilirlik kavramını alan Popper sınanamayan önermelerin yanlışlamaya açık olmadığını ve ne zaman yanlışlanabileceğinin belirsiz olduğunu savunur. Bu nedenle Marx'ın tarihsel materyalizmini, Freud'un psikanaliz teorisini ve Alfred Adler'in bireysel psikoloji teorilerini bilimsellikten uzak teoriler olarak görür. Popper'ın bu teorileri bilimsellikten uzak görmesinde ve görüşlerini şekillendirmesinde gözlemlenemeyen dünyaya ilişkin çözümler sunamayan Newton Mekaniğinin yetersizliğiyle birlikte Einstein'ın İzafiyet Teorisinin büyük etkisi olmuştur. 1919 yılındaki güneş tutulması tüm bu sorunların yeniden ele alınması için bir fırsattı. Tutulma sonrasında, güneş ışınlarının gerçekten de eğildiği saptandı ve İzafiyet Teorisinin öndeyileri doğrulanmış oldu. Öndeyileri yanlışlanmış olsaydı teori reddedilme olasılığıyla karşı karşıya kalacaktı (Demir 2014).

Popper doğrulanabilirliği hem önermelerin mantıksal yapısı yönünden hem de bilimsel açıklamaların mantığı açısından eleştirir. Yanlış olduğu bilinen ancak yapısal olarak olumlu olan cümlelerin doğrulanabileceğini ancak yanlışlanamayacağını söyler.

Örneğin "tepegöz insanlar vardır" önermesi yapısal olarak olumlu ve doğrulanabilirdir. Çünkü gözlem yoluyla tepegöz insanların varlığına rastlanılabilir. Popper'a göre teoriler kendini destekleyen bir kanıt olmaması durumunda da bilimsel sayılabilir. Benzer şekilde, bir teori eldeki tüm kanıtlar tarafından doğrulanabiliyor olsa da yine de sözde bilimsel olabilir. Bir teori ancak kendini yanlışlayabilecek bir gözlem veya deney önerebildiği takdirde bilimsel olabilir (Lakatos 1978).

2.1.3.3. Thomas Kuhn

Mantıksal pozitivizmden daha gerçekçi ve göreli bilim anlayışlarına geçiş yaşayan bilim felsefesinin, bu dönüşümünde Kuhn (1970)'un epistemolojik göreliği önemli bir köşe taşıdır. Bu fikrin yaygınlık kazanmasıyla, bilimsel bilgiye ilişkin iddiaların gerekçelendirilmesinde sosyolojik süreçler ve bakış açıları daha önemli bir yere sahip olmuştur (Giere 1988). Bilim tarihinde büyük paradigma değişimleri mevcuttur. Paradigmalar inanç benzeri yapılardır. Kuhn bilimsel devrimi bağlılıkların akıl dışı bir şekilde değişimi olarak öne sürer. Bu nedenle bilimsel devrim bir nevi din değiştirmekle eşdeğerdir. Kuhn doğrulama ve yanlışlama ölçütlerinin her ikisinin de paradigmalar üstü bir ölçüt olarak kabul edilmeyeceğini savunmuştur. Çünkü ona göre her bilimsellik ölçütü ait olduğu paradigma içinde çalışır. Her paradigma kendi ölçütlerini kendi yaratır. Bu sebeple, örneğin Popper'ın yanlışlama mantığı paradigmaların sınanmasında kullanılamaz. Çünkü Popper'ın fazlaca önem verdiği deneysel kanıt tek başına bir teorinin yanlışlanmasında yeterli olamaz. Teoriler hiçbir zaman hiçbir şüpheye yer vermeyecek şekilde kanıtlanamaz. Popper gibi Kuhn da tümevarımın imkansızlığına inanır. Popper'dan farkı bilimsel ilerlemeyi Popper'ın aksine rasyonel olarak görmemesidir. Ona göre bilimsel devrim rasyonel bir yapıdan ziyade bir kitle psikolojisidir (Lakatos 1978, Demir 2014).

2.1.3.4. Imre Lakatos

1922 doğumlu Macar Imre Lakatos Yahudi olması nedeniyle Nazi işgali sonrasında gittiği İngiltere'de bilim felsefesiyle tanışır. Lakatos Popper'ın yanlışlanabilirlik ölçütünü bilim ile bilim olmayanı ayırmada yeterli görmez. Çünkü ona

göre bilim insanları ortaya attıkları teoriler olgularla çelişiyor diye teorilerinden vazgeçmezler. Bu durumu basit bir aykırılık olarak nitelendirip hemen alternatif bir hipotez kurarlar ve bu aykırılığı mantığa bürüme yoluna giderler. Bu hipotez de işe yaramazsa sorunu görmezden gelme eğilimi gösterirler. Yanlışlamacılık Lakatos tarafından dogmatik, yöntemsel ve sofistike olmak üzere üçe ayrılır. Dogmatik yanlışlamacılık deneycidir ve deneysellikteki kesinliğin teorilere aynen aktarılabileceğini savunur. Bu görüşe göre hiçbir teori tam olarak doğrulanamaz. Ancak bazıları tam bir kesinlikle yanlışlanabilir. Lakatos bu görüşün dayandığı varsayımların hatalı olduğunu savunmaktadır. Bu görüşün varsayımlarından biri bir teorinin yalnızca deneysel kanıta sahip olduğunda bilimsel olarak görülebileceğidir. Bu durum ispat doktrini olarak da görülebilir. Lakatos bu konuda gözlemlerin teori yüklü olmasından bahsetmektedir. Hiçbir gözlem teoriden bağımsız olamayacağına göre gözleme dayalı önermelerle teorik önermeler arasında doğal bir sınırın var olduğundan bahsedilemez. Üstelik, hiçbir olguya dayalı önerme deney yoluyla sonsuza dek geçerli olacak şekilde ispatlanamaz. Çünkü önermeler olguların kendisinden değil, diğer önermelerden çıkarsanabilir. Teorik ve gözleme dayalı önermeler arasındaki çatışmalar yanlışlanabilir olmaktan değil aralarındaki tutarsızlıklardan kaynaklanır. Özetle, teorilerin doğru veya yanlış olduklarını ispatlamak mümkün değildir (Demir 2014).

Popper tarafından öne sürülen yöntemsel yanlışlamacılık aynı zamanda uylaşımcıdır. Bu görüşe göre bilim insanları olgulara ulaşmaya çalışırken doğal gözlemleri sırasında mevcut teorileri rehber olarak alırlar. Bir teori yanlışlanmış olsa da onun gerçekte doğru olma olasılığı alternatif bir maliyet oluşturur. Bilimin gelişmesi için bu maliyete katlanılmalıdır. Kısacası, bir teori deneysel temel taşıyorsa bilimseldir denebilir. Lakatos Kuhn'un bir bilimsellik rasyonalitesi sunan sofistike yanlışlamacılığı fark edemediğini belirtir. Sofistike yanlışlamacılık bir teorinin artan sayıda bilimsel kanıtla desteklendiğinde bilimsel olabileceği gibi bir bilimsellik ölçütü koymaktadır. Bu görüşte bir teorinin yanlışlanması dogmatik yanlışlanabilirliğe göre daha zordur. Çünkü dogmatik yanlışlama için bir gözlem verisi yeterlidir. Ancak, sofistike yanlışlamacılık yanlışlama için üç şart sunar. Öncelikle, bir teorinin yanlışlanabilmesi için kendinden sonra gelen teorinin daha fazla gözleme dayalı kanıta sahip olması gerekir. Ayrıca, sonraki teori öncekini kapsamalıdır. Son olarak, sonraki teorinin önceki teoride olmayan içeriğe ilişkin gözleme dayalı kanıtlara sahip olması gerekir. Ancak bu üç durum

sağlandığında önceki teori yerini sonraki teoriye bırakır. Yeni teori bir problem kaymasına neden oluyorsa o teori ileri götürücüdür. Problem kayması bu gereklilikleri sağlamıyorsa yeni teori yozlaştırıcıdır yani sahte-bilimdir ve terkedilmelidir. Bilimsel olan ise ileri götürücü olan teoridir. Sofistike yanlışlamacılık sayesinde tekil bir teorinin bilimsel yönden değerlendirilmesi yerine bir dizi teorinin aynı anda incelenmesine geçilmiştir. Çünkü diğerleriyle kıyaslanmadan bir teorinin kendi başına bilimselliğinden bahsedilemez. Bir başka ifadeyle, daha iyi bir teori ile kıyaslama yapılmadan bir teorinin yanlışlandığını söyleyemeyiz (Lakatos 1978, Demir 2014).

Lakatos sofistike yanlışlamacılığı Kuhn'un yaklaşımına uyarlamıştır. Lakatos'un bilimsel araştırma programları yaklaşımı Popper'ın yanlışlamacılığının ve Kuhn'un eşölçülemezliğinin bir sentezi niteliğindedir. Katı çekirdek, koruyucu kuşak, pozitif keşif ve negatif keşif bileşenlerinden oluşan bilimsel araştırma programları metodolojisini ortaya atmıştır. İlk ve temel bileşen katı çekirdektir. Bütün araştırma programlarının bir katı çekirdeği ve bu çekirdeği sarmalayan bir koruyucu kuşağı mevcuttur. Temel hipotezler bu çekirdekte yer alır. Bu bileşen yöntemsel sorgulamalar yoluyla reddedilemez. Katı çekirdek bu araştırma programı içinde kalan ve bu şekilde düşünen bilimciler tarafından değiştirilemez. Katı çekirdeğin çökmesi ancak ve ancak daha iyi bir programın varlığıyla gerçekleşebilir. Programla ilgili olumsuz gözlem verileri ad hoc hipotezler yoluyla koruyucu kuşak tarafından katı çekirdeğe zarar vermeyecek şekilde çözümlenir. Programı anlamsız kılacak veya yozlaştırabilecek iki şey mevcuttur. Birincisi test etme imkanı vermeyen ad hoc hipotezler, ikincisi ise katı çekirdeğe ilişkin sorgulamalardır. Negatif keşif katı çekirdeği sorgulanmaktan korur. Pozitif keşif ise kuraldışılıklardan sonsuza dek kurtulamayacak olan programlar konusunda bilim insanlarına koruyucu kuşakta manipülasyon imkanı verir. Eğer bu koruyucu kuşaktaki değişiklikler ileri götürücü problem kaymasına neden oluyorsa program başarılı, yozlaştırıcı problem kaymasına neden oluyorsa başarısızdır (Lakatos 1978).

2.1.3.5. Paul Feyerabend

Feyerabend'e göre bilim hiçbir yöntemsel üstünlüğe sahip değildir. Bilimsel kuramların geçerliği tarihsel olarak görelidir ve bilim diğer bilgi biçimleri gibidir. Bilimsel yöntemin genelleştirilmesi ve bir tek geçerli yöntem olarak mutlaklaştırılma

girişimini eleştirmektedir. Bu girişimi pozitivist bir tutum olarak nitelendirir. Bilim sözde-bilim ayrımı için rasyonel bir ölçütün belirlenemeyeceğinden söz eder. Çağdaş bilim felsefesinin karşı karşıya kaldığı sorunlar postmodern düşüncelere sahip olan Feyerabend gibi düşünürleri rasyonel ölçütlerin var olamayacağını düşünmeye itmiştir. Feyerabend'in eleştirileri Popper'in yanlışlanabilirlik ölçütü ve Kuhn'un normal bilim anlayışı üzerine yoğunlaşmıştır. Feyerabend'e göre bilim-sahte bilim ikilemesinin kendisi bir sorundur ve rasyonel bir ölçüt arayışında olanları eleştirmektedir. Bu bakımdan Feyerabend kuşkucu irrasyonalistlerden biridir. Rasyonel ölçüt arayışını anlamlı bulmaması bakımından Kuhn ile ortak yönlere sahiptir. Feyerabend'in bir fizik öğretmeni olması bilim felsefesinin kendi içinden bir eleştiri olarak algılanmıştır. Öğrencilik yıllarında mantıksal pozitivist olan Feyerabend zamanla tanıştığı bilim felsefecilerinin görüşlerini beğenmemeye ve onları eleştirmeye başlar. Wittgenstein Feyerabend'in dogmatik uykusundan uyanmasını sağlayan kişidir. Hocası olan Lakatos ile dersler sırasında uzun tartışmalara girmiştir. Görüşlerini derli toplu bir şekilde bir araya getirdiği Yönteme Hayır isimli eserinde bilimsel alanda geçerliliği olan bir tek yöntemin olmadığını savunmaktadır. Ünlü sloganı "her şey uyar" da bunu ifade eder. Esasında bilim felsefesi tartışmalarının bilim sosyolojisine yönelmesinde öncü rol oynamıştır. Postmodern bir düşünür olması sebebiyle modern bilimsel yönteme ilişkin tüm fikirleri yapıbozuma uğratma eğiliminde olmuştur. Ona göre bilimsellik ölçütü aramak mantıksızdır çünkü bilim ile sahte bilimi ayıran ölçütlerin belirli bir zaman geçtikten sonra ne olduğunun bir öneminin kalmadığını öne sürer. Bilimsel bilgi diğer bilgiler gibi neredeyse eşit önemde olan bir bilgi türüdür. Feyerabend Aydınlanma Dönemi fikirleri ile de pek barışık değildir. Bilimin aydınlatıcı ve özgürleştirici yönünün zayıflığından bahseder. İktidar ilişkileri ile iç içe olan bilimin ve bu bilimi icra eden bilim insanlarının hegemonyasının toplum üzerinde özgürlüğü kısıtlayıcı bir baskı yarattığını düşünür. Bu iktidar-bilim ilişkisine dayalı düzende halkın bilimsel kararların alınma aşamasında yeteri kadar söz sahibi olamadığından bahsetmektedir. Yöntem bilimcilerin bilim insanları üzerindeki baskıları azaltılmalıdır. Çünkü bilim dar kalıplara sokulamayacak kadar geniş bir etkinliktir. Öte yandan teoriler olguları veya olayları açıklarken belirli sınırları olan açıklamalar üretebilirler. Teorileri üreten zihinlere sahip olan insanlar olgu ve olayları farklı farklı algılayacaklarından olgu veya olaylar arasındaki ilişkilerin katı bir düzene sahip olduğundan bahsedilemez. Bu nedenle birbirine alternatif olan tüm bilgilerin

rekabet edebileceği yani çoğalma ilkesinin işleyebileceği bir bilimsel ortam yaratılmalıdır. Feyerabend'e göre bilimsel alanda asıl tehlikeli olan şey tıpkı bir siyasal ideolojiyi alternatif görüşlere yer vermeksizin egemen kılınması gibi aslında herhangi bir rasyonalitesi olmayan bilgiyi bilim etiketi ile topluma sunmaktır. Bu tehlike yöntemsel çoğulculuk sayesinde azaltılabilecektir (Lakatos 1978, Demir 2014).

2.1.4. Bilimsel okuryazarlık

Fen öğretiminin uzun vadeli hedeflerinden biri bireylerin bilimsel okuryazar olmalarını sağlamaktır. Bilimsel okuryazar olan bir birey çağdaş bilim paradigması çerçevesinde yer alan görüşlere sahip olarak kabul edilir. Çağdaş bilime ilişkin görüşlerin kazandırılmasında bilimin doğası öğretimi kilit roldedir. Çağdaş bilim paradigmasıyla kastedilen şey esasında Kuhn sonrası dönemde gelişen mantıkçı pozitivistlerden sonra gelen neopozitivistlerin görüşlerini yetersiz bulan görüşlere kapı açan bilimsel görüştür. Mantıkçı pozitivistlerle başlayan pozitivizm Popper'ın çabalarıyla meşruluk kazanma hamlesinde bulunsa da bu görüşün Kuhn, Lakatos ve Feyerabend gibi bilim felsefecilerinin karşı çıkmalarıyla birlikte ağır yaralar aldığı söylenebilir. Kuhn sonrası çabaların yolunu açtığı postmodern bilim anlayışı geleneksel bilim anlayışını her yönden eleştirmiş ve geleneksel bilim paradigmasının tüm varsayımlarını yapıbozuma uğratmya çalışmıştır. Postmodernist bilim paradigmalarının gelişmesi ve yaygınlık kazanmasıyla pozitivizmin özellikle bir tek gerçekliğin var olduğu onun da nesnel gerçeklik olduğu savı güvenirliğini kaybetmeye başlamıştır. Bu durum kendini 1980'li yıllar sonrasında 1960'ların salt laboratuvara ve bilimsel süreç becerilerine dayalı fen öğretimi anlayışının sorgulanmasına ve bu anlayışın yerine zamanla fen-teknoloji-toplum yaklaşımına bırakmasına neden olduğu görülmüştür. Bilimsel okuryazarlık için kurumsal düzeyde AAAS (1989, 1993) tarafından ortaya konan ölçütler daha sonra Amerikan Ulusal Araştırma Merkezinin dökümanları ve son olarak Ulusal Öğretmenler Birliği'nin raporları önemli köşe taşlarındandır. Son güncelleme ise Yeni Nesil Ölçütler adıyla (NGSS 2013) gelmiştir. Bu belgenin vizyonu fen eğitimi ile mühendislik uygulamalarını bütünleştirmektir. Bu doğrultuda fen öğretiminde esas alınan hedefler Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik (STEM) vizyonu altında toplanmıştır. Tüm bu kurumsal belgelerde ortak bir şekilde yer alan ve dünya genelinde fen öğretimi alanına yön veren görüşlerin çağdaş bilim paradigması adı altında genellenebilir olduğu söylenebilir. Bu

doğrultuda geleneksel ve çağdaş bilim paradigmalarının farklılaştığı yönlerin karşılaştırılması faydalı bulunmuştur. Geleneksel ve çağdaş bilim paradigmalarına ait yaygın görüşler Çizelge 2.3'te verilmiştir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş 2012):

Çizelge 2.3 incelendiğinde geleneksel bilim paradigmasının bilimi bilimsel bilgilerden oluşan bir yığın olarak algıladığı ve bilimsel bilgiyi üreten insanın rolünü önemsemediği söylenebilir. Çünkü bu anlayışa göre bilim daima tarihsel olarak bünyesine bilimsel olan bilgiler katar ve dolayısıyla bilimde ilerleme mutlak ve doğrusal bir çizgide gerçekleşir. Kuhn sonrası dönemde bu bakış açısının ciddi şekilde eleştirildiği görülmektedir. Kuhn (1962)'a göre bilim birikimli olmasının yanı sıra devrimseldir. Bilimsel bilginin fazla olması ilerlemenin mutlak olacağı anlamına gelmez. Bilimsel alanlarda bazen bunalımlar yaşanır. Çünkü o alandaki mevcut paradigmalar halihazırdaki problemleri çözme kapasitelerini kaybetmeye başlamıştır. Bu durum bilim insanlarının yeni fikirleri test etmeye yönelmesini sağlar. Var olan problemlere ilişkin köklü çözümler üretebilecek yöntemler geliştirildikçe yeni paradigmaya olan güven artar. Bunalım evresinin aşılmasıyla birlikte daha üst düzeyde yeni bir normal bilim paradigmasına ulaşılır. Bu paradigma kendine ait ölçütler üretmiş ve bilimselliği bu ölçütler üzerinden kurmuştur ve diğer paradigmalarla eşölçülemezdir. Öte yandan geleneksel bilim anlayışı teorilerin yanlış anlaşılmasına neden olmaktadır. Teorilerin bilimsel açıklamalar üretmede ve kanıta dayalı tahminler yürütmedeki önemli rolü yerine teorilerin kesin doğruları temsil ettiğinde güvenilir olduğu anlayışını öne sürer. Bu durum hemen hemen tüm olgular hakkında bilimsel açıklamalar üretirken yalnızca dolaylı gözlemler yapabilmemiz sebebiyle önemli bir yeri olan teorilerin öneminin anlaşılamamasına neden olur. Oysa teoriler doğal dünyaya ilişkin olgu veya olgular arasındaki ilişkileri açıklamaya çalışır. Bu olgular hakkındaki açıklamalar ve bu ilişkiler hiçbir zaman mükemmel bir şekilde tespit edilemeyeceğine göre teorilerin kesinlik kazanması ve sonsuza dek kabul edilmesi pratikte imkansızdır.

Çizelge 2.3. Geleneksel ve çağdaş bilim paradigmaları

Geleneksel Bilim Anlayışı	**Çağdaş Bilim Anlayışı**
Bilim sadece bilimsel bilgiden oluşur.	Bilim, doğaya ilişkin bilgilerimizin organize edilmiş halidir.
Bir olayı açıklamak olaya ilişkin bilinen bilgilerin dikkatlice elenmesi yoluyla oluşur	Bilimdeki yaratıcılık ve süreklilik insan yaşamının bir parçasıdır
Keşfedilen teoriler kesin doğrulara yakın doğrular elde edilen yaklaşımları temsil ederse gelişir.	Bilim eldeki kanıtlara dayanan bir süreçtir.
Bilim deney yapmaktır.	Bilim, birçok disiplinin ve yöntemin bir araya gelmesiyle oluşur.
Bilimin amacı kesin doğruları bulmaktır.	Bilim, rekabete dayanan bir girişimdir.
	Bir bilimsel bilginin görece daha popüler olması, o bilgiyle doğrudan ilişki kurulan bilim insanlarının saygınlıklarıyla ilişkilidir.
	Bilim insanının sahip olduğu paradigma ile bilimsel bilgiye hüküm süren paradigmanın birbirine ne kadar yakın olduğuyla ilişkilidir.

Bir başka yanıltıcı durum ise bilimi deneye indirgeyen bakış açısıdır. Deney diğer gözlem araçlarından biridir. Deneyin diğer gözlem araçlarından üstün olduğunu söyleyenlerin genel olarak deneyin bilimi somutlaştırdığı, bilimsel bilgiyi kanıtladığı ve o konuya ilişkin tüm durumlara açıklık getirdiği görüşlerine sahip oldukları görülür. Oysa deney yapmadaki amaç deneyi yapan kişinin dikkate aldığı kavramsal çatıya hizmet eden teoriler hakkında kanıt toplamaktır. Bir tek kanıtın en azından bir hipotezler ve yasalar topluluğu niteliğinde olan teoriyi bütün yönleriyle ortadan kaldırması ve itibarsızlaştırması söz konusu değildir. Çağdaş bilim paradigmasında ele alındığı şekilde

bilim sadece deneylerden oluşmaz. Bilimsel etkinlikler sırasında doğal dünyaya ilişkin olarak yapılan gözlemler birçok yöntem aracılığıyla gerçekleştirilir. Hatta yöntemsel çoğulculuğun önü açılmalı, yöntemlerin birbiriyle rekabet etmesini sağlayacak bir bilimsel kültür geliştirilmelidir. Geleneksel anlayışın doğrular hakkındaki görüşleri de hatalıdır denebilir. Çünkü doğrular kişiden kişiye değişebilir. Eğer burada tartışılan gerçeklik veya diğer bir ifadeyle hakikat ise gerçekliğin de nesnel gerçekliği kabul eden tek boyutlu bir yapı olmadığı ve bilimsel bilgi üretim sürecinin toplumsal ve bireysel gerçeklik algılarından yoğun bir şekilde etkilendiği ve buna göre yapılandırıldığı söylenebilir. Toplumsal ve bireysel gerçeklik inşasında bireylerin aktif bir katılımcı olmaları bilimle uğraşan bilim insanlarının rolünün ne olduğunun da sorgulanmasını gündeme getirmektedir. Bilim insanlarının rolüne ilişkin geleneksel ve çağdaş paradigmanın bakış açısını yansıtan görüşler Çizelge 2.4'te verilmiştir (Doğan vd. 2012):

Çizelge 2.4. Bilim insanlarının rolü

Geleneksel Anlayışa Sahip Olan Bilim İnsanı	**Çağdaş Anlayışa Sahip Olan Bilim İnsanı**
Bir bilim insanı bilimsel iddiaları yalnızca deneysel kanıtlarla değerlendirir	Bilim insanı çalışmalarını hayal gücü ve yaratıcılığını kullanarak gerçekleştirir
Bilim insanının tüm çalışmalarında açık fikirli ve nesnel olduğu kabul edilir	Bilim insanı ön bilgileri, gözlemleri, mantığı ve sosyal etmenler doğrultusunda veri toplar ve bu verileri yorumlar
Bilim insanları geleneksel bilimsel yöntemleri kullanırlar	Teoriler, bilim insanlarının ön bilgileri, gözlemleri ve mantığı doğrultusunda oluşturulur
Bilim insanı kesin olan gerçeklikleri keşfetmek için çalışır	Bilim insanı, diğer bilim insanlarının çalışmalarını incelemek ve değerlendirme yapmak amacıyla, diğer

	bireyler gibi, bilimsel toplumun içinde çalışır
Bilim insanları kuramsal olarak temellendirilmiş olan bilim dışındaki tüm etkilerden uzak durmalıdır	Bilim insanları ön bilgileri, gözlemleri, mantığı ve sosyal etmenler doğrultusunda gerçekleştirdikleri çalışmalarına önceden karar verirler
Bilim insanları duyuları yoluyla algıladıkları verileri kesin olarak rapor etmelidir	Bilim insanı meraklıdır
	Bilim insanı daha önceki araştırmalardan elde edilmiş olan sonuçlardan etkilenir
	Bilim insanının temel eğilimi, elde edilen yeni bilgilerin eski bilgiler doğrultusunda araştırılması ve bu bilgilerle birleştirilmesidir

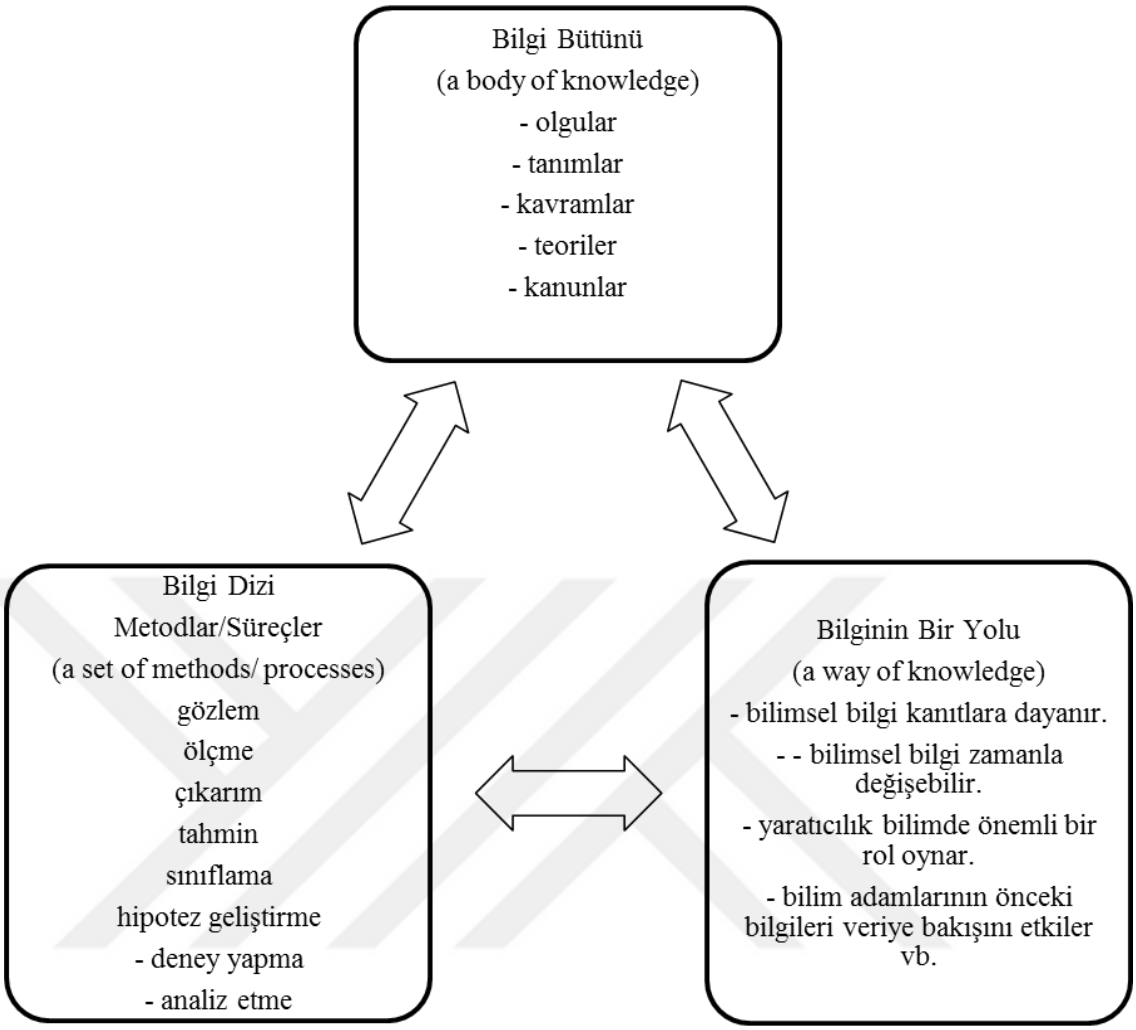
Geleneksel yaklaşımın genel olarak bilim insanlarını bilimin hizmetinde olan ve kendi önyargılarını bilimsel etkinliklerine ilkesel olarak karıştırmama eğiliminde olan insanlar olarak betimlediği görülmektedir. Bu yaklaşımda bilim insanlarının bilimsel açıklamalarını yalnızca deneysel kanıtlara dayandırdığı savunulur. Oysa bilimsel etkinlikler sırasında birçok kanıt toplama aracına başvurulabilir. Kanıtlar hayal gücü ve yaratıcılık yönü yüksek olan veri toplama süreçleri sonunda da elde edilebilir. Bilim insanları araştırmalarını kendi teorik anlayışları doğrultusunda yürütürler. Bu teorik çerçeve tüm araştırma sürecine yansır ve tüm sürecin teori kökenli bir şekilde ilerlemesini sağlar. Bu nedenle bilim insanlarının kendi ön bilgileri, inanışlarını, tutumlarını ve dünya görüşlerini bu sürece dahil etmeyeceğini söylemek pek de mümkün görünmemektedir. Tek gerçeklik algısı nesnel gerçeklik olarak adlandırılır ve pozitivist bakış açısı herkesin her şeyi aynı anda aynı şekilde görebileceğini varsayar. Bu durum çıkarımların önemini yadsıyan ve teori kökenli olmaya yer vermeyen bir bakış açısına işaret eder. Oysa bilim insanları diğer bilim insanlarının çalışmalarını denetledikleri sosyal bir etkileşim alanı içinde çalışmalarını sürdürmektedir. Bu etkileşimli bilimsel ortam bilimselliği

denetlenebilen bilgilerin üretilmesine öncülük eder. Bu başlık altında değinilen görüşler dikkate alındığında bilimsel bilginin iki farklı yaklaşım altında şu özelliklere sahip olduğu görülür (Doğan vd. 2012):

Çizelge 2.5. Bilimsel bilgi

Geleneksel Bilim Anlayışı	**Çağdaş Bilim Anlayışı**
Bilimsel bilgi gerçeği söyler	Bilimsel bilginin gelişimi süreksizdir
Bilimsel bilgi gözlem ile gelişir ve ilerler	Bilimsel bilgi kesin değildir
Bilimsel bilgi gözlemlerin birikimiyle gelişir	Bilimsel bilgi bilimsel toplumun içinde genel bir şekilde kabul edilerek geçerliği denenir ve bu şekilde oluşturulur
Bilimsel bilgi doğrudan gözlemlerin etkisiyle kanıtlanır ya da çürütülür	Bilim insanları ön bilgilerine, gözlemlerine ve mantığına dayalı olarak bilgileri oluşturur
Bilimsel bilgi değiştirilemez	Bilimsel bilginin kesin olmayışı, çok sayıda insanın bilimsel etkinliklerle uğraşıyor olmasından kaynaklanır
Bilimsel veriler bilim insanları tarafından yorumlanmamalıdır	Gerçeklik, doğaya ilişkin doğru bir tanımlama sayesinde ifade edilebilir

Çağdaş bilim paradigması altında bilimsel bilgiye atfedilen özelliklerin öğretim programları özelinde genel olarak üç boyutta değerlendirildiği görülmektedir. Bu boyutlar Şekil 2.4'te verilmiştir (Doğan vd. 2012):



Şekil 2.4. Bilimin üç boyutu

Bu boyutların ilki bilimsel bilgi türlerinin yer aldığı boyuttur. Hatırlanacağı üzere bilimsel bilgiler olgulara dayalı olarak üretilen bilgilerdir. Bu yolla hipotezler üretilir ve bu hipotezler test edilir. Bilim bu olgulara ilişkin tanımlamalardan yola çıkar. Bu tanımlamalar sayesinde kavramlara ilişkin önermeler ortaya konur. Teoriler hipotezleri ve yasaları içinde barındıran karmaşık bir bilimsel açıklamadır (Özlem 2016). Bununla birlikte, bilim bu bilgi türlerinin salt bir araya gelmesinden oluşan ve kendi kendine anlam kazanan bir etkinlik değildir. Bu bilgi türlerinin üretiminde bir dizi süreçler yer almaktadır. Bu süreçler bilimsel süreç becerileri olarak adlandırılır. Bilimsel süreç becerileri genel olarak temel süreçler ve bütünleşik süreçler olarak incelenir. Bu süreçler eşliğinde bilgi işlenir ve bilimselliği denetlenir (Karslı, Şahin ve Ayas 2009, Aydoğdu 2015, Duruk, Akgün, Doğan ve Gülsuyu 2017). Bu boyutlardan belki de en önemlisi bir

bilme yolu olarak bilim boyutudur. Bu boyut öğretim programları yoluyla öğrencilere bilgiye ulaşma yollarını kazandırmaya çalışan ve bilimin doğasına ilişkin bileşenler hakkında bilgiler veren boyuttur. Bu üç boyut birlikte incelendiğinde bilimin doğası denen kendi içinde karmaşık ve çok boyutlu olan ve üzerinde uzlaşılmış bir tanımı olmayan alana işaret etmektir (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009).

2.1.4.1. Bilimin doğası

Comet kuyruklu yıldızının 1985 yılındaki geçişinin ardından 2061 yılındaki muhtemel diğer geçişini simgelemesi ve o dönemde okul hayatına yeni başlayan çocukların belirtilen yıla kadarki ömürlerinde ne gibi bilimsel ve teknolojik gelişmeler yaşanacağını tahmin eden bir benzetim üzerinden AAAS tarafından ortaya konulan Project 2061, "*Science for All Americans*" sloganıyla yola çıkmıştır. Bu slogan fen öğretiminin tüm Amerikan halkı için olması gerektiği fikri üzerinden kurgulanmıştır. Oluşturulma gerekçesi ise günden güne bilim ve teknolojinin yaşamımızı daha fazla etkiler hale gelmesiyle birlikte, gelecek nesillerin fen, matematik ve teknoloji gibi alanlarda içinde bulundukları dönemin ihtiyaçlarına cevap verebilmeleri, bir başka ifadeyle bilimsel okuryazar olmaları gerekliliğidir. 1989 yılında Project 2061 kapsamına dahil edilen Science for All Americans isimli belge toplumda geçerliği olan ve üzerinde yeteri kadar uzlaşı sağlanan bilimin doğası bileşenlerini bilimsel okuryazarlık şemsiye kavramı altında bir araya toplamıştır. Bilimin doğası bileşenlerini bilimin işleyişine ilişkin bilgiler veren geniş kapsamlı üç konu başlığı altında incelemiştir. Bunlar; bilimsel dünya görüşü, bilimsel muhakeme ve bilimsel girişim konu başlıklarıdır (AAAS 1990).

Bilimsel dünya görüşü doğal dünyanın anlaşılabilir olduğu varsayımına dayanır. Bu görüşe göre doğal dünyadaki olgular ve olaylar süreklilik gösteren bir örüntü halindedir ve bu örüntüler dikkatli ve sistematik bir şekilde gözlenerek duyular yoluyla anlaşılabilir. Bu gözlemler bilimsel bilginin üretilmesi için önemli bir araçtır. Bununla birlikte, duyular yoluyla yapılan gözlemler insan zihninde değerlendirilirken bireysel özellikleri yansıtan algılara dönüşür. Dolayısıyla bilimsel olarak kabul edilen bir bilgi, üreticisi olan insanın duyuları ve algı kapasitesi doğrultusunda üretilir ve bu nedenle sınırlıdır. Bu sınırlılık bilimsel bilgilerin mutlak ve kesin olmadığını gösterir. Kesin bilgi yerine daha güvenilir bilgi vardır. Bu güvenilir bilgiler bir araya gelerek güvenilir bilgi

ağı oluştururlar. Bu ağ hiçbir zaman bütüne ulaşamaz. Bu nedenle bilimsel bilgi daima değişime açıktır. Bununla birlikte, bilimsel bilgi diğer bilgi türlerine göre daha dirençlidir. Bilimsel bilgiyi itibarsızlaştıracak tek şey aksi yöndeki tatmin edici kanıtlardır. Bu arada her olgu bilimsel yollarla test edilemez. Bilim olgusal temele dayanmayan şeyleri incelemeye değer bulmaz. Örneğin inançlar kendi doğaları gereği kanıtlanamaz veya çürütülemez. Buna falcılık, astroloji ve batıl inançlar da dahildir. Bilimsel muhakemenin merkezinde hipotezlerin formüllerle ifade edilmesi ve test edilmesi vardır. Benzer akıl yürütme mekanizmalarına sahip olan hipotez ve teoriler kanıta dayalı olarak işler. Gözlem, deney ve tahminler yoluyla kanıtlar üretilir. Yeni bilimsel bilgiler sadece kanıtlar yoluyla değil aynı zamanda var olan bilgilerin yeniden yorumlanması yoluyla da üretilebilir. Bilim insanları olgulara veya olaylara ilişkin açıklamalar yaparken bir yandan da kuramlarını olgunlaştırırlar. Bilimsel argümanlar eninde sonunda mantıksal muhakeme ilkeleri ile uyumlu olmalıdır. Bilimsel girişim ise bilimi bir insani girişim olarak nitelendirir. Bilimsel girişim yapısal, toplumsal ve kültürel bileşenlere sahip olan karmaşık bir yapıdadır. Dünyanın birçok ırkına mensup erkek ve kadın araştırmacılar farklı araştırma alanlarında çalışmalarını sürdürmektedir. Sosyal bir etkinlik olması bakımından bilim sosyal değerleri ve bakış açılarını kaçınılmaz bir şekilde yansıtır (AAAS 1990).

Bilimin doğasının anlaşılması ile kastedilen şey bilimin ne olduğunun ve nasıl çalıştığının, fen ve toplum arasındaki ilişkilerinin ne olduğunun ve bilimsel etkinliklerin altında yatan epistemolojik ve ontolojik temellerin ne olduğunun anlaşılmasıdır (McComas 1998, Clough 2006). Öğretmenlerin bilimin doğası bileşenlerini doğru bir şekilde öğretebilmeleri için öncelikle kendilerinin bu bileşenlerin çağdaş bilim paradigmasındaki karşılıklarının farkında olmaları gerekir (Mulvey ve Bell 2017). Çağdaş bilim paradigması kapsamında öğretim yapılabilmesi için çeşitli ölçütlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ölçütler gerek fen öğretimi alanında çalışan araştırmacıların gerek ulusal veya uluslararası eğitim araştırmaları kurumlarının çabalarıyla ortaya konmaktadır ve ihtiyaç dahilinde bu ölçütler güncellenmektedir.

Ulusal Fen Eğitimi Standartları (NRC 1996) çeşitli yaş grupları için bilimin doğası içeriği önerirken çeşitli ölçütler belirlemiştir. Bahsi geçen ölçütler şunlardır:

1. Bilim gözlem, deney ve modeller kullanarak doğal dünyaya ilişkin açıklamalar üretir.

2. Bilimsel bilgi değişime açıktır.

3. Bilimsel bilgi gözlemlerden elde edilen kanıtlar, mantık ve yaratıcılık yoluyla yapılandırılır.

4. Bilim diğer bilgi türlerinden ampirik kanıtlar toplama ve seçme yoluyla doğal dünyaya ilişkin en iyi açıklamaları oluşturma amacını taşıması bakımından farklılaşır.

5. Bilim insanları kişisel ve toplumsal inanışlardan, değerlerden ve kültüre ilişkin normlardan fazlasıyla etkilenir.

Bu ölçütleri Ulusal Fen Bilimleri Öğretmenleri Birliği'nin gündeme getirdiği ölçütler takip etmiştir. Kurul şu ölçütleri öne sürmüştür (NSTA 2000):

1. Bilimsel bilgi hem güvenilir hem de değişebilirdir. Yeni kanıtlar ışığında veya var olan kanıtların yeniden yorumlanması yoluyla değişebilir.

2. Bilimin sınırlılıkları vardır ve bu nedenle de tüm sorulara yanıt veremez. Bilim gözlem, çıkarım ve tekrarlanabilir denemeler gibi doğal yöntemler yoluyla incelemeler yapar.

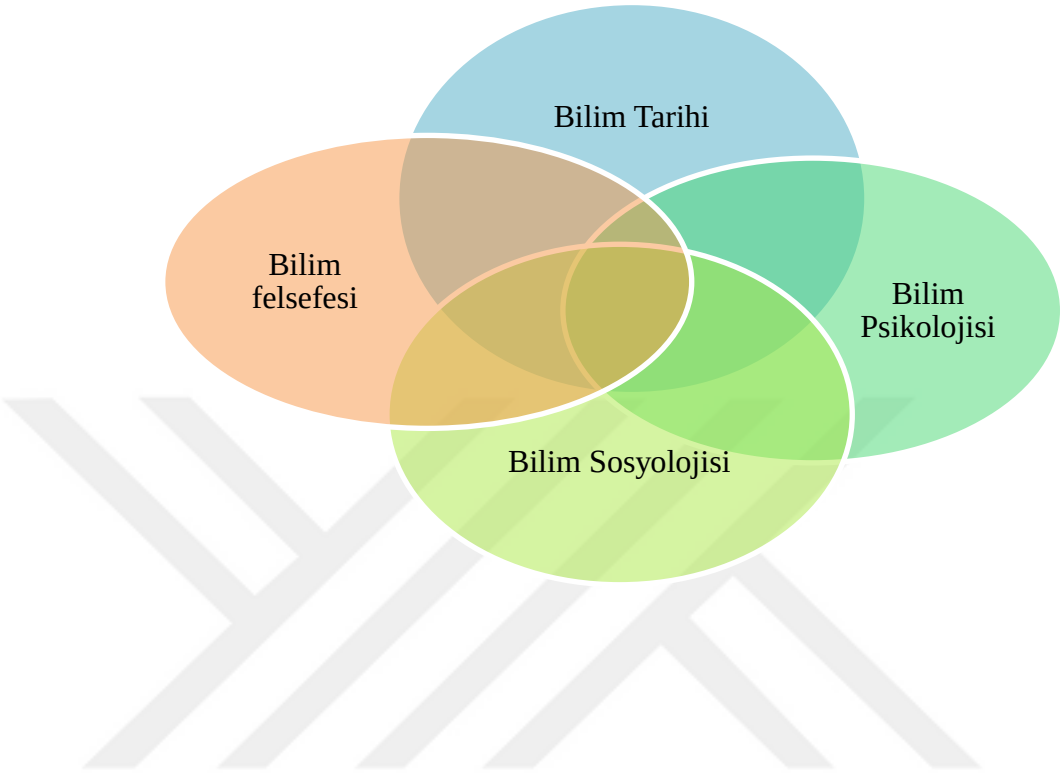
3. Bilim doğal olguları temel inceleme birimi olarak ele alan ve ampirik kanıtlarla desteklenmiş açıklamalarla sınırlıdır.

4. Bilimsel bilgi onu üreten insanların hayal gücüne ve yaratıcılığına ihtiyaç duyar.

5. Araştırmacıların içinde bulundukları sosyal ve kültürel bağlam, deneyimler ve beklentiler onların bilimsel etkinliklerini şekillendirir ve yönlendirir.

6. Bilimin öncelikli amacı teori ve yasa gibi bilimsel bilgiler yoluyla bilimsel açıklamalar üretmektir.

Çağdaş bilim paradigmasına göre kavramsallaştırılan bilimin doğasının deterministik bilim anlayışından kuantumlu ve deterministik olmayan bilim anlayışına geçiş doğrultusunda şekillendiği genellemesi yapılabilir. Bu durum bilimin doğasını bilimle ilişkili bulunan birçok alanın kesişiminde bulunmaya itmiştir. Dolayısıyla bilimin doğası bilim felsefesi, bilim tarihi, bilim sosyolojisi ve bilim psikolojisinin kesişiminde yer alan ve bu alanlarla etkileşim içinde olan bir alan haline gelmiştir (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Şekil 2.5'de bu etkileşime değinilmiştir (McComas ve Olson 2000):



Şekil 2.5. Bilimin doğasının disiplinlerarası yapısı

Demir (2014, s. 28) bu alanlar arasındaki etkileşimi şu ifadelerle özetlemiştir:

> "*Bilim tarihi ile bilim felsefesi bütünüyle örtüşmemektedir. Bilim sosyolojisi, bilimsel bilginin üretimini sağlayan sosyal ve siyasal koşulları, bilim adamlarının yaşadıkları toplum içindeki konumlarını ve diğer toplumsal kesimlerle olan ilişkilerini, bilime alternatif bilgi edinme yollarını, bilim-toplum, bilim-iktidar, bilim-ekonomik düzey, bilim-siyaset ilişkilerini inceler. Bilim psikolojisi ise, bilim adamlarının bilimsel faaliyetlerini sürdürürken neler düşündüklerini, hissettiklerini ve nasıl motive olduklarını konu edinir.*"

Bu kavramsallaştırmaya ek olarak, McComas ve Olson (1998) bilimin doğasına ilişkin olarak sıkça görülen kavram yanılgılarını şu şekilde sıralamaktadır:

1. Hipotezler daha sonradan yasalara dönüşecek olan teorilere dönüşürler.
2. Bilimsel yasalar dahil olmak üzere tüm bilimsel bilgiler kesindir.
3. Hipotezler bilgiye dayalı tahminlerdir.
4. Genel ve evrensel bir bilimsel yöntem vardır.

5. Dikkatli bir şekilde toplanan kanıtlar sayesinde kesin bilgilere ulaşılır.

6. Bilim ve bilimsel yöntemler kesin kanıtlar sağlar.

7. Bilim yaratıcılıktan ziyade yöntemlere dayalıdır.

8. Bilim ve bilimsel yöntemler tüm sorulara yanıt bulabilir.

9. Özellikle bilim insanları nesneldirler.

10. Deneyler bilimsel bilgiye ulaşmada temel araçlardır.

11. Bilimsel sonuçlar bilimsel bir otorite tarafından sürekli olarak kontrol edilir.

12. Yeni bir bilgiye ilişkin kanıta dayalı daha kesin yorumlar yapılabiliyorsa bilimsel toplum bu bilgiyi doğrudan kabul eder.

13. Bilimsel modeller gerçekliği temsil eder.

14. Bilim ve teknoloji aynı şeydir.

15. Bilim tek başına yapılan bir uğraştır.

2.1.4.2. Bilimin doğası öğretimi

Bilimi kendilerine sağlanan ve kullanmakla yükümlü oldukları ders kitaplarından takip eden öğrencilerin sıklıkla bilimi hayal gücü ve yaratıcılıktan yoksun, durağan ve saf nesnelliğe erişebilen bir bilgi birikimi olarak gördüğü yaygın bir durumdur (İrez 2009). Esasında bilim doğal dünyaya ilişkin dinamik bir anlayışa işaret eder. Bu anlayış tüm bilim insanlarının nispeten benzer yöntemler kullandıkları ve bu şekilde sonuçlara ulaştıkları bir süreçtir. Bilimi bilgi yığını olarak gören ve bu kabule dayalı olan bir öğretim öğrencilerin bağlamsal yönden iyi kurgulanmış geribildirimler almalarını sağlamaktan uzaktır. Bu durum bilime ilişkin algının belirli bir bilgi yığınının ezberlenmesi ve esasında çok boyutlu ve karmaşık bir yapıda olan bilimin, bilimin konu alanlarından herhangi birinde ele alınan konu içeriğine sıkışıp bilime ilişkin öğretimin çelişkili geribildirimler üzerinden kavramsallaştırılmasına ve bu şekilde yürütülmesine neden olur (McComas vd. 1998, Lederman vd. 2002, Clough 2006, Vanderlinder 2007).

Driver vd. (1996) bireylerin bilimin doğasını anlamaları gerekliliği üzerine beş argüman geliştirmiştir. Bu argümanlar aşağıda verilmiştir:

1. Faydacı argümanda, günlük yaşamda yer alan teknolojik araçların ve ilgili süreçlerin yönetilmesi ve bilimin bu şekilde daha iyi anlaşılması için bilimin doğası anlayışları temel bir ihtiyaç olarak görülür.

2. Demokratik argümanda, demokratik kararların alındığı karar verme süreçlerine katılmak ve sosyobilimsel konuları anlamlandırmak için bilimin doğası anlayışları temel bir ihtiyaç olarak görülür.

3. Kültürel argümanda, bilimin çağdaş kültürün ana bileşeni olarak görülmesi ve takdir edilmesi için bilimin doğası anlayışları bir ihtiyaç olarak görülür.

4. Ahlaki argümanda, toplumsal değerlere ilişkin ahlaki bağlılıkları içeren bilimsel toplumun normlarını anlayabilmek için bilimin doğası anlayışları bir ihtiyaçtır.

5. Fen eğitimi argümanında ise bilimsel içerik bilgisinin başarılı bir şekilde öğretilebilmesi için bilimin doğası anlayışları bir diğer ihtiyaç olarak görülür.

2.1.4.2.1. Bilimin doğası bileşenleri

Her ne kadar üzerinde uzlaşılmış bir tanımı olmasa ve bilimin doğasının nasıl bir içeriğe sahip olması gerektiği konusu tartışılıyor olsa da bilimin doğasının bazı bileşenlerin altında verildiğinde öğretiminin mümkün olduğunu savunan görüşler çoğunluktadır. İlgili alan yazında "*Lederman Yedilisi*" olarak ele alınan bileşenler bu bölümde detaylı bir şekilde ele alınmıştır (Lederman 1999).

2.1.4.2.1.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması

Bilim doğal dünyaya ilişkin gözlemlere dayanır. Bilimsel iddiaların geçerliği öyle ya da böyle olguların gözlemlenmesiyle sağlanabilir. Bununla birlikte, bilim insanlarının çoğu doğaya ilişkin birçok olguya doğrudan ulaşma imkanına sahip değildir. Doğaya ilişkin gözlemlerimiz daima algılarımız ve gözlemlerin yapıldığı araçlara ilişkin olarak, belirli teorik çerçevelerin dikkate alınmasıyla yorumlanan ve çeşitli varsayımların ortak etkisiyle oluşan bir süreç sonunda elde edilir. Olguya doğrudan ulaşmak mümkün değildir. Araştırmacılar deney ve gözlemler yoluyla belirli bir olguya ilişkin kanıtlar toplar. Bu süreçte elde edilen kanıtlar üzerinden sonuçlara ulaşılır. Bilimsel yöntem bilim insanlarının sorular oluşturmasıyla ve hipotezler kurmasıyla başlar. Bu süreç sonunda mevcut teorileri destekleyen veya yanlışlayan kanıtlara ulaşılması muhtemeldir. Bilimsel yöntem genellikle laboratuvarlardaki tekrarlı deneyleri içerir. Ancak deneyler bir hipotezi

veya teoriyi desteklemek veya yanlışlamak için tek başına yeterli ve yegane yol değildir (AAAS 1990, Lederman vd. 2002).

2.1.4.2.1.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması

Her ne kadar güvenilir ve uzun süreli bir bilgi türü olsa da bilimsel bilginin kesin olduğu söylenemez. Olayları, hipotezleri, teorileri ve yasaları içeren bilimsel bilgi her şeyde olduğu gibi değişimle yüzleşmek zorundadır. Bilim insanları önceki varsayımları sürekli olarak test ederler. Bu bilgi türlerinin hiçbiri, kendilerini destekleyen sayısız kanıta ulaşılmış olsa dahi asla kesin bir şekilde kanıtlanamazlar. Bilimsel bilgiyi değişime zorlayan etmenler çok sayıda ve karmaşık ilişkiler ağıyla örülüdür. Teknolojinin de günden güne artan etkisiyle birlikte, önceki bilgilerin geçerliğini sarsan yeni kanıtların elde edilmesi veya mevcut verilerin daha kapsamlı ve güvenilir teorik çerçeveler kapsamında değerlendirilmesi sonucunda yeni bilgilere ulaşılmaktadır. Dahası, bilimsel bilgi bir insan ürünüdür ve insanın algı kapasitesi sınırlıdır (Lederman 1999, Lederman vd. 2002).

Bilimsel bilgiyi bir bilimsel olaymış gibi nitelendirmemek gerekir. Çünkü bu tanımlama, olaylar üzerinden yorum yapılmasına ve bilimsel bilginin de değiştirilemez olduğuna ilişkin fikirlerin doğmasına neden olabilir. Örneğin dinozorlar soğukkanlı canlılardır ifadesi bilimsel bir olay değildir çünkü söz konusu olan dinozorlar artık gözlem yapılmaya müsait değildir. Benzer şekilde, hipotezler de sıkça yanlış bir şekilde tanımlanmaktadır. Hipotezler tahminlerdir ancak hipotezler zihinde kurgulanan fikirlerden ziyade önceki gözlemlere dayanır.

2.1.4.2.1.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması

Bilimsel teoriler üst düzeyde doğrulanmış, kendi içinde tutarlı olan açıklamalardan oluşan iyi kurgulanmış bir sistem özelliği gösterir. Teoriler birbiriyle bağlantısız gibi görünen çok sayıda olguyu açıklamaya yarar. Örneğin, kinetik moleküler teori maddenin fiziksel özelliklerindeki değişimi, kimyasal tepkimelerin oranlarını ve ısı ve ısının iletimi ile ilgili diğer olguları açıklamaya yarar. Araştırma problemlerinin oluşturulmasında ve yeni araştırmalara yön verirken teorilerden sıkça yararlanılır. Bilimsel teoriler bir dizi varsayım ve aksiyom üzerinden kurgulanır ve gözlenemeyen

özelliklerin olabileceği gerçeğini kabul eder. Bu nedenledir ki teoriler doğrudan test edilemezler. Yalnızca doğrudan olmayan kanıtlar teorilerin desteklenmesinde ve geçerliklerinin sağlanmasında kullanılabilir. Bilim insanları teoriler üzerinden test edilmeye elverişli olan tahminler yürütürler. Daha sonra bu tahminlerinin doğruluğunu olgulara dayalı kanıtlar yoluyla test ederler. Tahminlerin olgulara dayalı kanıtlarla uyum göstermesi test edilen teorinin güvenirliğinin arttığı anlamına gelir (Khishfe ve Abd-Khalick 2002, Lederman vd. 2002, Özlem 2016).

Yasalar gözlenebilir olgular arasındaki ilişkilerin betimsel ifadeleridir. Buna örnek olarak, sabit sıcaklık altında gazın basıncını gazın hacmiyle ilişkilendiren Boyle Yasası verilebilir. Buna karşın, teoriler gözlemlenen olgular veya olgulardaki düzenlilikler için öne sürülen ifadelere dayalı açıklamalardır. Örneğin kinetik moleküler teori Boyle Yasası'nın açıklanmasına yarar. Bilimsel anlamda bakıldığında, yasalar evrensel olarak işleyen olaylar ve formüller olarak görülür. Ohm Yasasına ait olan formül, "V=I.R" şeklindedir. Bu formül, bir elektrik devresinde akımın değerinin gerilimin dirence oranı olduğunu gösterir. Önemli bir yasadır çünkü herhangi bir elektrik devresine uygulanabilir. Ancak burada kritik bir durum söz konusudur. Bu formülle belirtilen yasa, akımın ne olduğunu ve akımın neden gerilimin dirence oranı olduğunu açıklayamaz. Yasalar ne olduğunu betimler ve bununla ilgili olarak matematiksel ifadeler sunar. Teoriler ise olgunun veya olayın neden ve nasılını açıklar. Bu açıklamalar bir bakıma evrenin nasıl işlediğinin keşfedilmesine ilişkindir (Harre 1983, Wahbeh 2009, Yıldırım 2011).

Gaz yasaları betimsel amaçlıdır ve gazların davranışlarına ilişkin matematiksel formüller sunar. Gaz yasalarından biri, kapalı bir kaptaki gazın sıcaklığının iki katına çıkarıldığında, sabit hacim veri iken, basıncın da iki katına çıkacağını çok büyük bir ihtimal dahilinde tahmin eder. Ancak gazların bu yasaya neden uygun bir şekilde davrandıklarını anlayabilmek için kinetik moleküler teoriye kulak vermek gerekir. Kinetik moleküler teoriye göre gaz tanecikleri birbirleriyle mütemadiyen elastik çarpışmalar halindedir. Sıcaklık iki katına çıkarıldığında moleküller iki kat hıza ulaşır ve kapalı kabın içindeki moleküller iki kat kuvvetle çarpışmaya başlar. Dolayısıyla basınç iki katına çıkmış olur.

2.1.4.2.1.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması

Bilimsel bilgi teori kökenlidir. Bilimi ve bilimsel bilgiyi bilim insanlarından ayrı düşünmek pek olası değildir. Bilimsel bilgi bilim insanlarının önyargılarından, deneyimlerinden, bilgi birikiminden, yaşadığı toplumun değerlerinden, inanışlarından, aldıkları eğitimin niteliğinden ve beklentilerinden etkilenmektedir. Bu gibi etkiler bilim insanlarının araştırdıkları problemleri, araştırmalarını nasıl yürüteceklerini ve gözlemlerini nasıl yorumladıklarını belirleyen zihinsel yapıları belirler. Bilim asla tarafsız gözlemlerle başlamaz. Sorunlar belirli bir kuramsal çerçeveden fark edildiği ve türetildikleri için çalışmalarının her aşamasında bilim insanlarını yönlendirir (Lederman 1992, Popper 1992, Abd-El-Khalick vd. 1998, Driver, Newton ve Osborne 2000, Schwartz ve Lederman 2002).

Yetersiz ve eksik bilimin doğası anlayışlarına sahip olan öğretmen adaylarının bilimi araştırmacıların önyargılarından bağımsız olarak gördükleri ve nesnel bir bilim anlayışına sahip oldukları görülmektedir (Ryan ve Aikenhead 1992, McComas 1998). Öğretmen adayları bilimin bir insan etkinliği olduğunu ve durumun belirtilen etkenlerden dolayı bilim insanlarının gözlemlerine ilişkin çıkarımlarını etkileyebileceğini düşünememektedir. Etkinlik olarak bilim paradigmalara bağlı olarak yürütülür (Kuhn, 1994). Paradigmalar bilimsel toplumda hüküm süren epistemolojik ve metafizik inançların ve varsayımların belirli bir kavramsal çerçeveye işaret eden ve belirli bilimsellik ölçütleri ortaya koyan sistematik düşünceler topluluğudur. Öğretmen adayları bilimsel paradigmaların hüküm sürdüğü kültürel, dini ve toplumsal etmenlerin bilimsel bilgiyi etkilediğinin ve hatta şekillendirdiğinin farkında olmayabilirler (Lederman vd. 2002, Abd-El-Khalick 2005). Tüm bilimsel bilgilerin doğrudan gözlem ve deneylere dayalı olduğu görüşü hayalci empirizme karşılık gelmektedir ve bu nedenle bilimsel bilginin yapılandırıldığı ve bu yüzden de değişebilir olduğu görüşünün önemsenmemesine neden olmaktadır (Nadeau ve Desautels 1984).

2.1.4.2.1.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması

Bilimsel bilgi kanıtlara dayalı olmasının yanı sıra kısmen de olsa hayal gücü ve yaratıcılığa bağlıdır (NRC 1996, NGSS 2013). Hem bilimsel bir ürün hem de bir süreç

olan bilimsel bilgi doğal dünyaya ilişkin gözlemlere sadık kalmalıdır (Jones 2010). Bilim; yaşamdan kopuk, tamamen akla dayalı ve sıralı bir etkinlik değildir. Bilim verilerden ölçütler türetmeyi ve teorik özelliklerin ve bilimsel açıklamaların keşfini de içerir. Buluş bağlamı da denen bu özellik doğrulama bağlamıyla birlikte kavramsal dünyada geçerli olan bilimsellik ölçütlerini oluşturur. Atom ve tür gibi bilimsel kavramlar gerçekliğin birer kopyası olmaktan ziyade işlevsel yönü ağır basan teorik modellemelerdir. Yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olanların modelleri gerçekliğin birebir kopyası olarak algıladıkları görülmektedir. Atom modellerinin oluşturulmasında ve aynı zamanda dinozorların neye benzediğinin betimlenmesinde hayal gücü ve yaratıcılık önemlidir. Hayal gücü ve yaratıcılık bilim insanlarının deneyleriyle sınırlı değildir (Çil 2010). Atomun teorik işlevsel bir modelleme olduğunu bilmeyen öğrenciler bilim insanlarının atomu çok güçlü mikroskoplarla görebildiklerini savunmakta ve dolaylı yoldan "görmek bilmektir" görüşünü savunmaktadır.

2.1.4.2.1.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması

Gözlemler duyular yoluyla doğrudan gözlenebilen olgulara ilişkin betimsel ifadelerdir. Çıkarımların böyle bir özelliği yoktur. Bir gözleme ilişkin eski bir tecrübenin yardımıyla yargıda bulunmaya çıkarım denir. Çıkarımlar mantıksal muhakeme sürecinin bir ürünüdür. Bir olguya ilişkin yapılabilecek en iyi tahmindir (Jinks 1997). Örneğin yer çekimi çıkarımsal bir ifadedir. Çünkü yer çekimi doğrudan ölçüm yerine yan etkileri üzerinden ölçülebilir. Atomlar, molekül orbitalleri, türler ve manyetik alanlarla ilgili sahip olduğumuz bilgiler gözlemlere dayalı çıkarımlar yoluyla elde edilmiş olan bilgilerdir (Lederman vd. 2002).

2.1.4.2.1.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi

İnsana dair bir girişim olan bilim sosyal ve kültürel çevrenin etkisiyle şekillenir. Bilim hem bu çevreden etkilenir hem de bu çevreyi etkiler. Bu çevre, geniş bir kapsamda değerlendirildiğinde, toplumsal yapıya ilişkin güç ilişkilerini, sosyoekonomik faktörleri, dini inanışları ve bakış açılarını barındırır (Lederman vd. 2002). Kültürel gelenekler ve yaşam biçimleri de bu kapsama dahildir (Lederman 1998). Bilim insanları ve kilise arasında geçen çatışmalar ve Yahudi olması nedeniyle çalıştıkları araştırma

kurumlarından atılan bilim insanlarının durumu savaş dönemi Almanya'sında hüküm süren sosyokültürel yapının bilimin işleyişindeki önemli rolünü gözler önüne sermiştir (Wahbeh ve Abd-El-Khalick 2014).

2.1.4.3. Bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar

İlgili alan yazın incelendiğinde yetersiz bilimin doğası anlayışlarının sıkça görüldüğü ve bu anlayışların epistemolojik ve ontolojik temellerinin çeşitlilik göstermesi nedeniyle değişime karşı dirençli oldukları görülmektedir (Akerson ve Hanuscin 2007, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Khishfe 2017). Özellikle bilimin doğası anlayışlarına ilişkin olarak okul düzeyinde de geçerliği olan ideolojik dayanakların bu yetersiz anlayışların oluşmasında son derece etkili olduğu söylenebilir (Nadeau ve Desautels 1984). Öte yandan, bilimin doğası anlayışlarının bilimin özünde yer alan değer ve inanışları içermesi bilimin doğası öğretiminin çok yönlü olarak gerçekleştirilmesi gerekliliğini de beraberinde getirmektedir (Lederman 1992). Bu nedenle bilimin doğası anlayışlarının belirli bir kavramsal değişim temelinde tespit edilmesi ve geliştirilmesi gerektiği söylenebilir. Doğrudan bilimin doğası bileşenlerine odaklanan bir öğretimin öğretim programlarında belirlenen öğretim çıktılarını daha doğrudan hedef alacağı ve programa yönelik ihtiyaçları bu şekilde destekleyeceği düşünülebilir. Öte yandan, bilimin doğası öğretiminin yalnızca öğretim programındaki çıktılara değil aynı zamanda ders içi yansıtma uygulamalarına da yer vermesi gerekir. Çünkü son zamanlarda yapılan araştırmalar doğrudan bilimin doğası öğretiminin yansıtıcı unsurlarla desteklenen modelinin daha etkili sonuçlar verdiği ve öğretimin pedagojik yönünü daha çok geliştirdiğine değinmektedir (Abd-El-Khalick vd. 1998, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Abd-El-Khalick 2005, Abd-El-Khalick 2012). Bilimin doğası öğretimi yaklaşımları incelendiğinde üçünün ön plana çıktığı görülmektedir. Bu bölümde sırasıyla tarihsel yaklaşım, dolaylı yaklaşım ve doğrudan yansıtıcı yaklaşıma yer verilmiştir.

2.1.4.3.1. Tarihsel yaklaşım

Tarihsel yaklaşım bilimin doğasının tarihsel materyaller kullanılarak ve bu materyalleri ait oldukları dönemlerle ilişkilendirilerek bilimin doğasının öğretilebileceği varsayımından hareket eder (Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002). Bu yaklaşım öğretim sırasında herhangi bir öğrenme çıktısına odaklanmaz. Dolayısıyla bu yaklaşımda öğrenciler öğretim sonrasında ne gibi bir kazanım elde edeceklerinden habersizdir. Öte yandan, tarihsel materyallerin günümüzle olan bağının azalmış olmasıyla birlikte öğrencilerin bu materyallere olan ilgilerinin canlı tutulması da günden güne zorlaşmaktadır. Bu gibi durumları dikkate alan Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b) tarihsel yaklaşımın sınırlılıklarını şu şekilde özetlemiştir:

1. Tarihsel yaklaşım öğrencilerin ders sırasında kullandığı materyalleri, materyallerin adına hazırlanmış olan bilim insanının dünya görüşü ve kavramsallaştırma düzeyinde yorumlamasını gerektirir. Ayrıca öğrenciler yorumlamaları ve tartışmaları sırasında bilim insanının yaşadığı dönemin koşullarıyla ilişkiler kurmalıdır. Bu durum çoğu öğrenci için sorun teşkil etmektedir. Çünkü bu süreç karmaşık becerilerin etkinleştirilmesini gerektirmektedir.
2. Kullanılan tarihsel materyallerin günümüzde geçerliğini kaybetmiş olması veya en azından günümüz neslinin bu materyalleri günümüz koşullarında değerlendirememesi, öğrencilerin bilimin bugünkü ileri düzeydeki uygulama alanlarını ve ürünlerini bilimsel araştırma tarihi boyunca yapılmış çalışmalara borçlu olduğu fikrini önemsememelerine neden olabilmektedir.
3. Günümüz öğrenme kuramlarının en çok üzerinde durduğu konulardan biri de bağlam temelli öğrenmenin sağlanmasıdır. Bağlam temelli öğrenmede, öğrencilerin edindikleri bilgileri günlük yaşamlarının birçok farklı alanına transfer edebilmeleri öğrenme ürünü olan çıktılar olarak değerlendirilmektedir. Tarihsel yaklaşımın en önemli dezavantajlarından biri bağlam temelli öğrenmedeki etkisizliğidir.

Belirtilen birçok sınırlığa rağmen çalışmalarda bu yaklaşıma yer verildiği görülmektedir. Çalışmalarda bilim tarihi yaklaşımının bilimin doğası anlayışlarının tespit edilmesinde ve bu anlayışlardaki değişimlerin gözlenmesinde etkili olabileceği fikri ön

plana çıkarılmaktadır (Matthews 1994, Abd-El-Khalick 1999, Irwin 2000, Clough ve Olson 2004, Stinner, McMillan, Metz, Jilek ve Klassen, 2003). Bununla birlikte, son zamanlarda yapılan çalışmalar tarihsel yaklaşımın istenen başarıyı sağlayamadığını göstermiştir. Bunun en önemli nedenlerinde biri de bu yaklaşımın bağlam temelli öğrenmedeki etkisizliğidir (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b).

2.1.4.3.2. Dolaylı yaklaşım

Bu yaklaşım öğrenmeyi bir yan ürün olarak ele alır. Yaklaşımın temel varsayımı bilimin doğası öğretiminde öğrencilerin, öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin bilimsel muhakeme yoluyla el becerilerine dayalı etkinliklere katılarak, diğer bir deyişle bilim yaparak bilimin doğası anlayışlarını geliştirebilecekleridir. Bu yaklaşımın bilimin doğası anlayışlarını birer program çıktısı olarak görmemesinin sebeplerinden biri de budur. Etkinlikler sırasında bilimin doğasına ilişkin bileşenlerden açıkça bahsedilmese bile öğrenciler bilimin doğası anlayışlarını geliştirebilirler (Barufaldi, Bethel ve Lamb 1977, Lawson 1982, Jelinek 1998, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a, Lederman vd. 2002). Etkinlik temelli olarak gerçekleştirilen derslerde öğrenciler birer bilim insanı rolüne bürünürler. Bilimsel muhakeme sürecini bilimsel süreç becerileri aracılığıyla doğrudan yürütürler (Abd-El-Khalick 1998, Lederman 2007). Araştırma sonuçları bu yaklaşımın bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede sınırlı etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Trent 1965, Tamir 1972, Meichtry 1992, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b, Bell, Blair, Crawford ve Lederman 2003, Schwartz, Westerlund, Garcia ve Taylor 2010, Bell vd. 2011). Üstelik Trent (1965) bu sonuca katılımcıların ön bilgilerini ve zihin becerilerini kontrol değişkeni olarak almasına rağmen ulaşmıştır.

2.1.4.3.3. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım

Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı bilimin doğası anlayışlarına karşılık gelen bileşenlerin kasıtlı edinimini merkezine alır. Bu yaklaşımda bilimin doğası anlayışları yapılacak olan öğretimin birer kazanımı durumundadır. Yani dolaylı yaklaşımın aksine bu yaklaşım bilimin doğası anlayışlarının kazandırılması için öğretimin planlanması ve öğretimin bu plan üzerinden yürütülmesi gerektiği fikrini

savunur (Akindehin 1988, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a, Bianchini ve Culborn 2000, Scharmann, Smith, James ve Jensen, 2005). Durkee (1974)'nin belirttiği üzere bilimin doğasına ilişkin anlayışlar düzenli fen etkinlikleri sırasında yavaş yavaş ve kendiliğinden kazanılan duyuşsal çıktılar olmaktan ziyade bilişsel çıktılar olarak kabul edilmelidir. Önceleri doğrudan olması gerektiği savunulan bu yaklaşımın zamanla doğrudan ve yansıtıcı öğretime evrildiği görülmektedir (Abd-El-Khalick vd. 1998, Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick 2001). Bu yaklaşım bilimin doğası öğretimi sırasında tartışmalar, yansıtmalar, özgün sorular, akıl yürütme ve bilim tarihinden örnekler yoluyla dikkati bilimin doğası bileşenlerine çeker. Temelde yansıtmaya dayalı olan bu etkinlikler aracılığıyla tutarlı ve kapsamlı bilimin doğası anlayışlarının kazandırılması amaçlanmaktadır (Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002).

Bilimin doğası bileşenlerinin öğretimi için kullanılan pek çok yöntem mevcuttur (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a). Dikkat edilmesi gereken öncelikli husus ise bilimin doğasına ait olan bileşenlerin bir program dahilinde ele alınması ve öğretime ilişkin ders materyallerinin doğrudan yansıtıcı veya sorgulama temelli bir bağlam yaklaşımı ile ele alınması gerekliliğidir (Shapiro 1996, Abd-El-Khalick 2001, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009). Doğrudan yansıtıcı yaklaşım ilk kez Abd-El-Khalick vd. (1998) ile gündeme gelmiştir. Bu yaklaşım bilimin doğası öğretimine kapsayıcı bir kavramsal çerçeve getirmektedir Doğrudan yansıtıcı ikilisinde "doğrudan" ifadesi öğretim programlarına, "yansıtıcı" ifadesi ise öğretim uygulamalarına işaret eder (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009). Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının etkili bir öğretim yaklaşımı olduğunu savunan birçok çalışma mevcuttur (Carey, Evans, Honda, Jay ve Unger 1989, Abd-El-Khalick vd. 1998, Lederman 1999, Akerson vd. 2000, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Sandoval ve Morrison 2003, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Schwartz vd. 2004, Akerson ve Abd-El-Khalick 2005, Scharmann vd. 2005, Hanuscin vd. 2006, Akerson ve Hanuscin 2007, Khishfe 2008, Schwartz vd. 2010, Shim, Young ve Paolucci 2010, Yacoubian ve Boujaoude 2010, Bell vd. 2011).

Doğrudan yansıtıcı yaklaşımla gerçekleştirilen araştırmaların bazen sınırlı gelişimlere neden olduğu da görülebilmektedir (Carey vd. 1989, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Leach, Hind ve Ryder 2003, Morrison vd. 2009). Bu nedenle son zamanlarda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının çeşitli bağlamlar temelinde gerçekleştirilmesi gerektiği fikri yaygınlık kazanmıştır. Bilim tarihi/güncel

okuma parçaları (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b, Lin ve Chen 2002, Abd-El-Khalick 2005, Clough 2006, Olson ve Clough 2007, Vanderlinden 2007, Rudge ve Howe 2009, Wong, Kwan, Hodson ve Yung 2009, Kim ve Irving 2010), sorgulama (Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Schwartz vd. 2004, Schwartz ve Crawford 2004, Akerson ve Hanuscin 2007, Yacoubian ve BouJaoude 2010, Özgelen vd. 2013, Schussler, Bautista, Link Perez, Solomon ve Steinly 2013, Burgin ve Sadler 2016), kavramsal değişim (Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Mulvey ve Bell 2017), konu içeriği ve sosyobilimsel konular (Yacobian ve BouJaoude 2010, Eastwood, Sadler, Zeidler, Lewis, Amiri ve Applebaum 2012, Khishfe 2012, Matkins ve Bell 2007, Sadler, Chambers ve Zeidler 2004, Schalk 2012, Khishfe 2014, Bell, Mulvey ve Maeng 2016, Khishfe, Alshaya, BouJaoude, Mansour ve Alrudiyan 2017, Khishfe 2017) bağlamlarının ön plana çıktığı görülmektedir.

2.1.4.3.3.1. Bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi

İçerikle ilişkilendirilmemiş şeklinde de ifade edilebileceği üzere, bağlam temelli olmayan (decontextualized) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımının, içerikle üst düzeyde ilişkilendirilmiş olan ve öğretmenlerin öğrencilerin bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışlarını geliştirmede rehber rolü üstlendiği bağlam temelli (contextualized) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımına öncülük ettiği söylenebilir (Clough 2006, Khishfe ve Lederman 2006). Bağlam temelli olmayan bilimin doğası öğretiminde kullanılan jenerik etkinlikler bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışların derinleştirilmesinden ziyade bileşenlere ilişkin birer tanıtıcı etkinlik olma özelliğine sahiptir (Abd-El-Khalick 2001). Bu etkinlikler öğrencilerde ve fen bilimleri öğretmenlerinde etkili sonuçlar vermiştir (Lederman ve Abd-El-Khalick 1998). Fen eğitimcileri veya araştırmacılar bu etkinlikleri ister konu içeriğine ister fen öğretimi derslerine dahil ederek kullanabilirler. Bu etkinlikler öğrencileri ilk bakışta karmaşık gibi görünen kavramlarla uğraşmaktan kurtarır. Öğrenciler bu sayede bilimin doğası bilişenleri hakkındaki ön bilgilerini harekete geçirme fırsatı bulur. Bu etkinlikler istenen sırayla verilebilir ve tüm öğretim sürecine dağıtılabilir. Büyük resme bakıldığında, bu etkinliklerin asıl amacı sınıf içi bilimsel söylemin geliştirilmesidir (Lederman ve Abd-El-

Khalick 1998, Abd-El-Khalick 2001, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Liu ve Lederman 2002, Khishfe ve Lederman 2006).

2.1.4.3.3.2. Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi

Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde kullanılan "bağlam" sözcüğü herhangi bir konu içeriği ile ilişkilendirilmiş bir öğretime işaret eder (Khishfe ve Lederman 2006). Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin bağlamdan yoksun olan bir öğretime göre daha iyi sonuçlar verdiği bilinmektedir. Alan yazın incelendiğinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için; sorgulama temelli öğretim, bilim tarihi/bilim felsefesi, sosyobilimsel konular ve fen bilimleri dersi içeriği bağlamları temelinde öğretimin yapılabileceğinden bahsedilmektedir (Matthews 1994, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000, Abd-El-Khalick 2001, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Sadler vd. 2004, Howe 2004, Abd-El-Khalick 2005, Scharmann vd. 2005, Akerson ve Hanuscin 2007, Vanderlinden 2007, Deniz 2007, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Wong vd. 2009, Rude ve Howe 2009, Bell vd. 2011, Bell vd. 2012, Eastwood vd. 2012, Khishfe 2012, Özgelen vd. 2012, 2013, Schussler vd. 2013, Bell vd. 2016, Mulvey, Chiu, Ghosh ve Bell 2016, Burgin ve Sadler 2016).

Bilimin doğası öğretimi ile bağlam temelli öğretim arasındaki ilişki hakkında henüz yeteri kadar bilgiye sahip olmadığımız söylenebilir (Khishfe ve Lederman 2006). Bilimin doğası öğretiminin yapıldığı bağlamın hem bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde hem de bu anlayışların kalıcılığının sağlanmasında rol oynadığı düşünülmektedir. Bilimin doğası öğretiminin etkili olabilmesi için bağlam temelli olmayan ve bağlam temelli olan etkinlikler bir arada verilmelidir (Mulvey ve Bell 2017). İster dolaylı ister doğrudan yansıtıcı yaklaşımla olsun, konu içeriği barındırmayan bir bilimin doğası öğretimi öğretmenlerin bilimin doğası öğretimine ilişkin pedagojik içerik bilgilerini geliştiremez (Abd-El-Khalick 2001, Clough 2006).

Bağlam temelli öğretim bazı çalışmaların odak noktasını oluşturmuştur. Abd-El-Khalick (2001) çalışmasında doğrudan yansıtıcı yaklaşımı fen öğretimi dersinden ziyade fen konu içeriğine sahip bir derste kullanmıştır. Jenerik etkinliklerin yanı sıra konu içeriği sağlaması bakımından bilim tarihinden bir örnek üzerinden fen bilimleri öğretmen adaylarının yansıtmalar yapmaları sağlanmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacı jenerik

etkinliklerin konu içeriği taşıyan bir örnek hikayeyle desteklenmesinin bilimin doğası öğretimini içerik yönünden zenginleştirdiğini ve bu durumun daha derin bilimin doğası anlayışı geliştirdiği sonucuna varmıştır. Kavramsal değişim bağlamında gerçekleştirilen çalışmada Abd-El-Khalick ve Akerson (2004) ilkokul öğretmen adaylarının jenerik etkinliklerin kullanımının yanı sıra bilim tarihinden seçilen okuma parçaları üzerinden yansıtmalar yapmalarını sağlamıştır. Uygulama sonunda öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının kayda değer bir şekilde arttığı görülmüştür. Deniz (2007) tez çalışmasında Abd-El-Khalick (2001) ile benzer şekilde jenerik etkinliklerin yanı sıra aynı bilim tarihi örneğini kullanmıştır. Çalışmanın sonunda içerikle desteklenmiş sorgulamaya dayalı doğrudan yansıtıcı yaklaşımın etkili olduğu görülmüştür. Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile birlikte kullanılan üst bilişsel stratejilerin ilköğretim fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarına etkisini sorguladığı çalışmada jenerik etkinliklerin yanı sıra yansıtma amaçlı okuma parçalarına yer vermiştir. Çalışmanın sonunda üst bilişsel stratejileri kullanan deney grubundaki katılımcıların kontrol grubuna göre daha iyi bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Akerson vd. (2000) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimini sorgulama bağlamında ele almıştır. Bu bağlam yansıtmalar, üst bilişsel stratejiler ve bilim tarihinden örneklerle desteklenmiştir. Çalışma sonunda daha derin bilimin doğası anlayışları elde eden araştırmacılar öğretim sırasında kullanılan uygulamaların konu içeriğinin artırılmasıyla daha etkili sonuçlar elde edilebileceğini savunmuşlardır.

2.1.4.3.3.2.1. Bilim felsefesi bağlamında bilimin doğası öğretimi

Bilim felsefesi salt bilme etkinliği olarak düşünüldüğünde genel olarak mantıksal ve epistemolojik bir çalışma alanına işaret eder. Bilim felsefesini tarihsel-toplumsal bir olgu haline getiren şey ise onun bilim sosyolojisi, bilim psikolojisi ve bilim tarihiyle iç içe geçmiş bir yapıda olmasıdır (McComas 1998, Özlem 2016). Bu alanların birbiriyle sürekli olarak etkileşim halinde olması ve bilimsel etkinliklerin bu alanlardaki temel varsayımlar altında yürütülmesi bilimin alana özgü bilimsellik ölçütleri taşıyabileceğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, bilimsel bilginin ve bu bilgiye ilişkin meşrulaştırma yollarının günden güne değiştiği görülmektedir (Demir 2014). Bu durum zaten kendi

içinde dinamik olan bilime ilişkin tartışmaların hangi ölçütler üzerinden yürütülmesi gerektiği sorusunu gündeme getirmektedir.

Pomeroy (1993) bilim felsefesinin fen bilimleri öğretimi alanıyla bütünleştirilmesi konusunda çabaların hızla arttığını belirtmektedir. Uluslararası alanda gerçekleştirilen çalışmalar; bilim insanlarının ve fen eğitimcilerinin mevcut felsefe altyapılarına ilişkin çatışan fikirlere dayalı alan yazın, felsefeciler ile araştırmaya dayalı olarak çalışan bilim insanlarının bilime ilişkin anlayışlarının aynı düzlemde ele alınıp alınamayacağına ilişkin tartışmalar ve son olarak bilim insanlarının ve fen eğitimcilerinin sahip oldukları göreli bakış açılarının fen bilimleri öğretmeni yetiştirmede ilginç ve faydalı uygulamaların önünü açabileceği görüşü etrafında şekillenmektedir.

Öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının genel olarak düşük olduğu ve birçok faktörden derin bir şekilde etkilendiği söylenebilir (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009). Bu nedenle bilimin doğası anlayışlarının geliştirilebilmesi için öğretim sırasında sıkça kullanılan yaklaşımlarının yanı sıra bilimin doğası bileşenlerinin kazandırılması konusunda özelleştirilmiş yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri olan doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde en etkili sonuçları verdiği görülmüştür. Son araştırmalar incelendiğinde doğrudan yansıtıcı yaklaşımın yalnızca jenerik etkinliklerin kullanıldığı uygulamalardan ziyade belirli bir bağlam temelinde daha etkili sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu bağlamlardan biri de burada bahsi geçen bilim tarihi/felsefesi bağlamıdır. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının sorgulamaya dayalı yaklaşımların yanı sıra bilim tarihi/felsefesi bağlamında da gerçekleştirilmeye uygun olduğu söylenebilir (Abd-El-Khalick 2005, Wahbeh 2009). Bilim tarihinden alınan bilim tarihi/felsefesi örneklerinin doğrudan yansıtıcı yaklaşım kapsamında kullanılmasının etkili sonuçlar verdiği görülmüştür (Abd-El-Khalick 2005, Wahbeh 2009). Pomeroy (1993)'un bahsettiği hususlarla birlikte Abd-El-Khalick (2005)'in elde ettiği olumlu sonuçlar bilim felsefesi bağlamının etkili bir bağlam niteliği gösterebileceği görüşünü kuvvetlendirmektedir. Abd-El-Khalick (2005) fen bilimleri öğretmen adayları için hazırlanan öğretmen eğitimi programlarının yoğun içeriğinden bahsetmektedir. Bu yoğunluğun hedeflenen kazanımların sağlanmasında bir sınırlayıcı olduğunu öne sürmektedir. Ders sürelerinin kısıtlı olması ve çoğu etkinliğin bu kısıtlı süre içerisinde yetiştirilememesinden yola çıkarak derslerin diğer disiplinlerle

ilişkilendirilmiş ders dışı ödevlerle veya ek oturumlarla desteklenmesi gerektiğini ifade etmektedir. Çünkü bilim felsefesi ona göre disiplinlerarası bir özelliğe sahiptir.

Mevcut araştırmada bu başlık altında bahsi geçen tüm durumlar dikkate alınmış ve özellikle de Abd-El-Khalick (2005)'in de tavsiye ettiği üzere bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen ek oturumlar sırasında bu bağlamın teorik bilgiler yönünden zenginleştirilmesi amacıyla bilim tarihinden seçilmiş olan ve önceki çalışmalarda da sıkça kullanılan N Işınları isimli örnek okuma parçası kullanılmıştır (Nye 1980). Bu okuma parçası kanıta dayalı açıklamalara el vermeyen N ışınlarının hikayesini anlatmaktadır. Bu parçaya ilişkin detaylı bilgi mevcut araştırmanın uygulama kısmında verilmiştir. Ayrıca bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen ek oturumlar sırasında; doğrulamacılık, tümevarımın imkansızlığı ve yanlışlamacılık (Boyle Yasası) (Harre 1983); mantıksal pozitivizm; bilimsel yöntem ve bilimsellik ölçütleri (Russell 1949); bilimde nedensellik ilişkisi (Reichenbach 1951); ileri düzeyde yanlışlamacılık (Lakatos 1993); yöntemsel çoğulculuk (Feyerabend 1993); klasik fizik/modern fizik tartışmaları üzerinde durulmuştur. Bu etkinliklere ilişki bilgiler Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen teorik yönü zengin uygulamalar aynı zamanda duyuşsal yoğunluğu olan etkinliklerle de desteklenmiştir. Bu kapsamda, aynı zamanda bir üst bilişsel strateji olarak da kabul edilen dramatizasyon ve poster hazırlama etkinlikleriyle deney grubunda yer alan katılımcıların bilim felsefesi etkinliklerine hem teorik hem de pratik olarak katılmaları sağlanmıştır. Deney grubunda yer alan katılımcılardan öğretim yılı sonuna kadar uygulamalar boyunca sorumlu oldukları bilim felsefecisine ilişkin bir poster hazırlamaları ve bunu sergilemeleri istenmiştir. Dramatizasyon etkinlikleri sırasında bu posterler katılımcılar tarafından sergilenmiştir. Dramatizasyon etkinlikleri kapsamında gruplar halinde çalışan katılımcıların aralarından birinin sorumlu olduğu bilim felsefecisinin rolüne girmesi ve buna ilişkin bir performans sunmak üzere seçmeleri istenmiştir. Seçilen katılımcının dışındaki grup üyeleri dönem sonuna kadar rol oynama etkinliğini gerçekleştiren katılımcıyla birlikte çalışmıştır ve tüm grup üyeleri dramatizasyon etkinliğinde yer almıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar ise dramatizasyon ve poster hazırlama etkinliklerine katılmamış, yalnızca teorik anlamda ele alınan konulara ilişkin tartışmaların yapıldığı ek oturumlara katılmışlardır. Böylece deney grubunda yer alan katılımcıların kontrol grubunda yer alan

katılımcılara göre duyuşsal yönü ağır basan ve üst bilişsel stratejilerle yürütülen bir öğretime dahil olmaları sağlanmıştır.

2.1.4.3.3.2.2. Sosyobilimsel konular bağlamında bilimin doğası öğretimi

Sosyobilimsel konular bilimsel okuryazarlığın sağlanmasına hizmet eden bilimsel bilgi ve bilimsel süreçlerin gelişimi adına etkili bir bağlam teşkil etmektedir (Sadler 2009, Zeidler ve Sadler 2011). Öte yandan, sosyobilimsel konular çözümü bakımından tam olarak açığa kavuşturulmamış yapıda ve karmaşık olan (Kuhn 1991, Zohar ve Nemet 2002), çeşitli etik ve sosyal değerleri bünyesinde barındıran problemlerden oluşur ve bu yönüyle sınıflarda öğretim sırasında ele alınan genel problemlerden ayrılır (Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons 2002, Sadler 2004, Topçu, Sadler ve Yılmaz Tüzün 2010, Evagorou ve Puig Mauriz 2017). Sosyobilimsel konuların öğretimi yoluyla bireylerin bilim ile bilim uygulamalarının kendi hayatlarıyla olan bağını daha iyi bir şekilde kavramalarının sağlanması amaçlanmaktadır (Eastwood vd. 2012, Stuckey, Hofstein, Mamlok Naaman ve Eilks 2013). Öğrencilerin sosyobilimsel konulara katılabilmesi ve bu konulara ilişkin nitelikli argümanlar oluşturması için gelişmiş bilimin doğası anlayışlarına sahip olmaları gerekir. Bu sayede öğrenciler bilimsel bilginin değişebilir olduğunu ve sosyobilimsel konuların da bu değişken bilgileri bünyesinde barındırdığını anlamaları sağlanmış olur (Simonneaux 2008). Öte yandan, sosyobilimsel konular aracılığıyla yapılan öğretim öğretmenlerin kanıt temelli değerlendirmeler ve tartışmalar yaptırmasını gerektirmesi bakımından, öğretmenlerin, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin ve öğrendiklerinin değerlendirilmesi gibi pedagojik alan bilgisi yeterliklerine sahip olmalarını gerektirmektedir (Forbes ve Davis 2007, Evagorou 2011).

Bilimin doğası anlayışları ile sosyobilimsel konuların öğretimi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan birçok çalışma mevcuttur (Kolsto 2001, Zeidler vd. 2002, Abd-El-Khalick 2003, Zeidler 2003, Bell vd. 2011). Öte yandan, sosyobilimsel konular aracılığıyla yapılan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin motivasyonu artırdığına ve öğrencilerin, öğretmenlerin veya öğretmen adaylarının sosyobilimsel konuları ilginç bulduklarına ilişkin bulgulara da rastlanmaktadır (Dori, Tal ve Tsaushu 2003, Benneth, Grasel, Parchmann ve Waddington 2005, Zeidler, Sadler, Applebaum ve Callahan 2009). Dolayısıyla, motivasyonu artırıcı etkisi olan sosyobilimsel konuların işbirlikli öğrenme

ortamlarında işe koşulduğunda daha derin öğrenmelere katkı sağlayacağı söylenebilir. Böylelikle sosyobilimsel konuların itici gücüyle zenginleştirilen öğrenme ortamlarında sosyobilimsel konularla bütünleştirilmiş bir sınıf içi söylem sürecine de geçilmiş olduğu söylenebilir. Bu söylem sayesinde bireyler gerçek yaşam durumlarının hem bilimsel hem de sosyal yönleri üzerinden müzakerelere katılarak kendilerine has özellikleri ve sosyal kimliklerini diğer bireylerle, gruplarla veya toplumlarla paylaşma fırsatı bulmuş olmaktadır (Sadler 2009). Bir başka ifadeyle, bilimin doğası bilimle ilişkili olan sosyal konulara katılma ve bu ortamlarda etkili karar alma fırsatı sağlar (Driver vd. 1996).

Yapılan çalışmalar bilimin doğası anlayışlarının tartışmalar yoluyla geliştirilmesinde sosyobilimsel konuların bağlam olarak kullanılmasının etkili sonuçlar verdiğini göstermektedir (Matkins ve Bell 2007, McDonald 2010, Khishfe 2012a, Eastwood vd. 2012). Sosyobilimsel konular bağlamında yapılan öğretimin; argümantasyon becerisine (Zohar ve Nemet 2002, Dori vd. 2003, Walker ve Zeidler 2007, Khishfe vd. 2017), yaratıcı düşünmeye (Yager, Lim ve Yager 2006), epistemolojik inançların gelişimine (Zeidler vd. 2009) olumlu etkilerinin olduğu rapor edilmektedir. Sosyobilimsel konuların öğretiminin önemi bilimin doğasında da yer bulan değerlere ve varsayımlara yer vermesinden gelmektedir. Lederman (1992)'ın bilimin doğası tanımının da bilime ait değer ve varsayımlara vurgu yapması ve bu değer ve varsayımlara ilişkin doğrudan bağlantılar içermesi nedeniyle, sosyobilimsel konuların bilimin doğası öğretiminde etkili bir bağlam olabileceği düşünülebilir (Sadler, Chambers ve Zeidler 2002, Bell ve Matkins 2003, Khishfe ve Lederman 2006).

Sosyobilimsel konuları mevcut araştırma bağlamında anlamlı kılan özelliği ise katılımcıların bilimsel süreçlere ve bu süreçlerin inşa edildiği söyleme dahil olmalarını sağlayarak doğrudan yansıtıcı öğretimin kullanılabilmesi için fırsatlar oluşturmasıdır. Bilimin doğasına ilişkin pek çok kavram öğretime ilişkin uygulamalar sırasında sınıftaki tartışma ortamına taşınarak katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtmalar yapabilmelerine fırsat vermektedir. Böylelikle doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının yansıtıcı yönünün ortaya çıkması sağlanmış olur (Sadler vd. 2002). Öte yandan, sosyobilimsel konunun öğrencilerin aşina oldukları konular olması durumunda özellikle de günlük hayatlarında sıkça karşılaştıkları ve onları ilgilendiren konularda daha gelişmiş bilimin doğası anlayışları ortaya koydukları görülmektedir (Abd-El-Khalick 2001, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Lewis ve Leach 2006). Bu araştırmada Khishfe

(2015)'nin kavramsal çerçevesi esas alınmış ve insan klonlanmasına ilişkin sosyobilimsel konu katılımcıların aşina oldukları, sürücüsüz araçlar hakkındaki sosyobilimsel konu ise katılımcıların aşina olmadıkları konu olarak seçilmiştir. Bu iki sosyobilimsel konu mevcut araştırmanın, sırasıyla beşinci ve altıncı haftalarının temel ders içi bağlamını oluşturmuştur.

Sosyobilimsel konuların bağlam olarak kullanıldığı çalışmaların son yıllarda artış gösterdiği dikkat çekmektedir. Bu çalışmalardan birinde Matkins vd. (2002) küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma konuları üzerinden gerçekleştirdikleri doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının ilkokul öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesindeki etkisini dolaylı yaklaşımla karşılaştırarak belirlemeye çalışmıştır. Uygulamalar dört yarıyıl boyunca sürmüştür ve toplam 75 öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılımcı öğretmen adaylarının büyük bir kısmı kadındır. Dört yarıyıl boyunca gerçekleştirilen uygulamalarda; birinci yarıyılda sosyobilimsel konularla birlikte doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi, ikinci yarıyılda sosyobilimsel konularla öğretim görmeden dolaylı bilimin doğası öğretimi, üçüncü yarıyılda sosyobilimsel konularla öğretim görmeden doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ve son yarıyıl sosyobilimsel konularla birlikte dolaylı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi kapsamında öğretmen adayları 5 adet sorgulama temelli etkinliğe katılmıştır ve ardından bilimin doğasına ilişkin bileşenlerden yedisini içeren okuma parçası etkinliğini gerçekleştirmiş ve sorgulama temelli etkinliklerle birlikte bu okuma parçası üzerinden tartışmalar yürütülmüştür. Dolaylı bilimin doğası öğretimi grubunda yer alan öğretmen adayları ise herhangi bir doğrudan yansıtıcı bilimin doğası etkinliğine katılmamıştır. Veriler dokuz açık uçlu maddeden oluşan anket, görüşmeler, uygulamalarda kullanılan yazılı materyaller ve elektronik ortamda hazırlanan günlükler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin yapıldığı grupların son test sonuçlarında ön test sonuçlarıyla kıyaslandığında anlamlı düzeyde farklılık olduğu görülmüştür.

Sadler vd. (2004) çalışmasında bilimin doğasına ilişkin anlayışlar ile sosyobilimsel konular hakkında karar verme becerisi arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Lise öğrencileriyle gerçekleşen bu çalışmada, katılımcılara küresel ısınma ile ilgili iki karşıt görüş içeren makale verilmiştir. Daha sonra katılımcılardan bilimin doğası anlayışlarının tespit edebilmek için anketi yanıtlamaları istenmiştir. Araştırma sonucunda bilimsel

bilginin kanıta dayalı olması, değişebilir olması ve sosyokültürel ortamda oluşması bileşenlerine ilişkin anlayışların küresel ısınma konusu bağlamında kullanıldığı görülmüştür.

Matkins ve Bell (2007) uygulamalı çalışmasında doğrudan yansıtıcı yaklaşımın öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına ve iklim değişikliği konusundaki görüşlerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, değişebilir olması, hayal gücü ve yaratıcılığa dayanması, teori kökenli olması ve sosyokültürel ortamda oluşması bileşenlerinde gelişme kaydedildiği görülmüştür.

Eastwood vd. (2012) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımını sosyobilimsel konular bağlamında ve bilimsel içerik konu alanı bağlamında ele alarak bu iki yaklaşımın etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın örnekleminde anatomi ve fizyoloji öğrencileri yer almıştır. Oluşturulan dört grubun ikisi sosyobilimsel konular bağlamında diğer ikisi de bilimsel içerik konu alanı bağlamında öğretim almışlardır. Veriler uygulama öncesi ve sonrasında açık uçlu sorular yoluyla elde edilmiştir ve öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri oluşturulmuştur. Bulgular incelendiğinde her iki bağlamın da bilimin doğası anlayışlarının birçok boyutta gelişimine katkıda bulunduğu görülmüştür. Bununla birlikte, gruplar arasındaki farklılığın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Son testlere ilişkin nitel analizler sonucunda sosyobilimsel konular bağlamında öğretim alan gruptaki öğrencilerin bilimin sosyal ve kültürel yönüne daha sık değindikleri tespit edilmiştir.

Khishfe (2014) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ve argümantasyon yaklaşımının iki farklı okuldan seçilen yedinci sınıf öğrencilerinin argümantasyon becerilerine ve bilimin doğası anlayışlarına etkisini sosyobilimsel konular bağlamında incelemiştir. Araştırmacı bunun yanı sıra hem argümantasyon becerilerinin hem de bilimin doğası anlayışlarının transferini de incelemiştir. Bu transferin gerçekleşip gerçekleşmediğini öğrencilerin aşina oldukları ve aşina olmadıkları birer sosyobilimsel konu üzerinden kontrol etmiştir. Çalışmaya toplam 121 öğrenci katılmıştır. Belirtildiği üzere, uygulamalar iki denk grup oluşturularak iki farklı öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar sekiz hafta boyunca süren "Su Kullanımı ve Su Güvenliği" Ünitesi kapsamında yürütülmüştür. Her iki uygulama grubuna da doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Ancak ikinci uygulama grubunda ek olarak doğrudan argümantasyon uygulaması da yapılmıştır. Veri toplamak amacıyla, iki farklı

sosyobilimsel konuya ilişkin açık uçlu sorular ve öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, her iki grupta da öğrencilerin hem bilimin doğası anlayışları hem de bu anlayışların transferi yönünden gelişme gözlenmiştir. Ek olarak, argümantasyon uygulamasının yapıldığı grupta yer alan öğrencilerin argümantasyon becerilerinin geliştiği görülmüştür. Araştırmacı, tüm bu bulguları dikkate alarak bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, bağlam temelli yaklaşımın ve son olarak doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımı ile argümantasyon yaklaşımının birlikte verildiği bir melez uygulamanın kullanımından yana olduğunu belirtmiştir.

Bilimin doğası anlayışlarının bağlam temelli bir öğretimden sonraki durumunun kalıcılığını inceleyen araştırmalardan birinde, Khishfe (2015) genetik mühendisliği ünitesi kapsamında iki farklı bağlam temeline dayandırdığı altı haftalık bir doğrudan yansıtıcı öğretim ile özel bir okulda öğrenim gören yirmi dört onuncu sınıf öğrencisinin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesini amaçlamıştır. Araştırmacı, öğretimi planlarken bilimin doğasına ait olan boyutlardan yalnızca üçünü kullanmıştır. Ön test-son test kontrol gruplu model eşliğinde gerçekleştirilen bu deneysel araştırma sonucunda kullanılan senaryolar üzerinden bulgulara ulaşılmış ve bu sonuçlar yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin birçoğunun yetersiz olan bilimin doğası anlayışlarını geliştirdikleri görülmüştür. Bununla birlikte, uygulamaların bitişinden itibaren dört ay sonra yapılan geciktirilmiş son test sonuçlarına göre, bahsi geçen geliştirilmiş bilimin doğası anlayışlarının eski haline döndüğü görülmüştür.

Tidemand ve Nielsen (2017) çalışmalarında Danimarkalı biyoloji öğretmen adaylarının sosyobilimsel konulara ilişkin görüşlerini ve uygulamalarını incelemişlerdir. Çalışmanın verileri derinlemesine görüşmeler yoluyla ve bir anket aracılığıyla elde edilmiştir. Görüşmelerden ve sınıf içi tartışmalardan elde edilen verilerin incelenmesi sonucunda, öğretmen adaylarının sosyobilimsel konuları içerik temelli bir şekilde algıladıkları görülmüştür. Öğretmenler genel olarak sosyobilimsel konuları olgulara ve olaylara dayalı olan biyoloji içerik bilgisinin öğretiminde bir araç olarak görmektedir. Öğretmen adayları değerlendirme aşamasında bu içerik bilgisinin artırılmasını bir gelişim ölçütü olarak kabul etmişlerdir. Öğretmenlerin sosyobilimsel konuları öğrencilerin esas sosyobilimsel konudan uzaklaşmalarına neden olacak şekilde belirli bir biyoloji içeriğinin öğretilmesine indirgeme eğilimi gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Evagorou ve Puig Mauriz (2017) yedi hafta boyunca süren çalışmalarında yirmi ilkokul öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Çalışmada öğretmen adaylarının bilime ve fen öğretimine ilişkin görüşlerinin sosyobilimsel konulara ilişkin uygulamalar sonrasındaki değişimi incelenmiştir. Çalışma bir durum çalışması niteliğindedir. Veriler yansıtıcı günlükler ve ders planları aracılığıyla toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının başlangıçta bilimin sosyal yönüne değinmedikleri ancak uygulamalardan sonra bilime ve fen öğretimine ilişkin görüşlerinin değişmesine yardımcı olduğu görülmüştür. Öğretmen adaylarının bilime ve fen öğretimine ilişkin olarak geliştirdikleri yaygın bir görüş olan bilimin içerik bilgisinden ibaret olduğu görüşünün tüm öğretmen adaylarında yok olduğu görülmüştür. Bilimin ve fen öğretiminin bilime, bilimsel becerilere ve bilimsel içeriğe ilişkin sosyal boyutlar içerdiği görüşünde ise artış olduğu görülmüştür.

Khishfe (2017) bilimin doğası anlayışlarının transferini bilimsel ve sosyobilimsel konular bağlamında incelemiştir. Bir başka deyişle, bilimin doğası anlayışlarının bu iki bağlam temelinde tutarlığını sorgulamıştır. Lübnan'da yer alan sekiz farklı okuldan 261 lise öğrencisiyle gerçekleştirilen çalışmanın verileri, farklı bilimsel ve sosyobilimsel konuları içeren 5 adet açık uçlu sorunun yer aldığı form aracılığıyla toplanmıştır. Form atomla, dinozorlarla ve levha tektoniği ile ilgili olan üç bilimsel konu ve küresel ısınma ve genetiği değiştirilmiş besinlerle ilgili olan iki sosyobilimsel konudan oluşmaktadır. Formda yer alan sorular bilimsel bilginin değişebilir olması, kanıta dayalı olması ve teori kökenli olması bileşenlerine yönelik olarak hazırlanmıştır. Araştırmacı bu bileşenler üzerine odaklanılmasının gerekçesi olarak sosyobilimsel konuların bu bileşenlerle kendiliğinden ilişki içinde olmasını göstermektedir. Araştırma sonuçları öğrencilerin belirtilen bileşenlerdeki görüşlerinin tutarsız olduğunu ortaya koymuştur. Üstelik öğrencilerin görüşlerinin her bir konunun kendi içinde bilimsel veya sosyobilimsel olup olmamasına göre de değiştiği tespit edilmiştir. Öte yandan hem nicel hem de nitel anlamda sosyobilimsel konulardan ziyade bilimsel konular yönünden değişebilir olma ve teori kökenli olma bileşenlerinde daha tutarlı görüşlerin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Khishfe vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada 74 lise öğrencisinin bilimin doğası anlayışları ve tartışmalı sosyobilimsel konulara ilişkin argümanları incelenmiştir. Veriler küresel ısınma, genetiği değiştirilmiş besinler, asit yağmurları ve insan klonlama konularını içeren senaryolar aracılığıyla toplanmıştır. Analizler sırasında bilimin doğası

anlayışlarının değişebilir olma, kanıta dayalı olma ve teori kökenli olma bileşenleri ve argümanların iddia, karşıt iddia ve çürütücü gibi bileşenleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda bilimin doğası bileşenleri ile argüman bileşenleri arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Bahsi geçen 4 sosyobilimsel konuya ilişkin daha iyi argümanlara sahip olan öğrencilerin daha bilgili bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Son olarak, yapılan ki-kare testi sonucunda bilimin doğası anlayışları ile argümanlar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir.

2.1.4.4. Bilimin doğası ile ilgili araştırmalar

Bu bölümde bilimin doğasına ilişkin alan yazında yer alan çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmalar sırasıyla öğretmenler/öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmalar ve öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalar olmak üzere 2 başlık altında ele alınmıştır.

2.1.4.4.1. Öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları ile ilgili araştırmalar

Aguirre, Haggerty ve Linder (1990) Kanada'da yer alan bir üniversitenin fen bilimleri öğretmenliği programında öğrenim görmekte olan öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği durum çalışması niteliğindeki çalışmasında, ele aldığı üç araştırma sorusundan birini öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının tespiti üzerine kurgulamıştır. Çalışma grubunda biyoloji, kimya, yer bilimleri, fizik ve mühendislik programlarında lisans derecelerine sahip katılımcılar yer almıştır. Veriler analiz edildiğinde katılımcıların görüşlerinin beş ana tema etrafında toplandığı görülmüştür. İlk tema, bilime ilişkin zayıf görüşe işaret etmektedir. Bu görüş kapsamında, katılımcıların bilimi; bazı olguların evrende neden ve nasıl işlevsellik gösterdiklerine ilişkin gözlem ve açıklamalardan oluşan bir bilgi yığını olarak gördükleri tespit edilmiştir. Bir diğer tema ise bilime ilişkin deneyci ve indirgemeci yaklaşımdır. Bu görüşe göre bilim, doğruluğu kanıtlanmış ve mütemadiyen kanıtlanmakta olan önermeler topluluğudur. Bu görüşe sahip olan katılımcılar bilimsel bilginin doğrudan deney ve gözlem yoluyla elde edildiğini düşünmektedirler. Onlara göre, hipotezler ve teoriler doğru olup olmadıklarının

belirlenmesi için deneysel olarak test edilirler. Üçüncü tema ise bilime ilişkin deneyci ve yanlışlamacı anlayıştır. Bu görüşe sahip olan katılımcılara göre bilim yanlışlanamamış olan önermeler topluluğudur. Deneyler bir teorinin yanlışlanmasına yarar. Böylelikle bilim yanlış olan teorilerin ayıklanmasıyla ilerler. Dördüncü temada ise bilim, insanların yaşamlarını kolaylaştırmak için kullanılan teknolojilere ilişkin bir etkinliktir. Bilim ve teknolojinin birbirine tamamen eşdeğer olduğu gibi hatalı görüşlere rastlanılabilir. Beşinci ve son temada ise katılımcılar bilime ilişkin üç aşamalı bir süreç algısına sahiptir. Onlara göre bilimsel bilgi öncelikle teorilerin kullanımıyla geliştirilir, daha sonra teoriler test edilir ve devamında bilimsel toplumun onayına sunulur ve kabul edilmeyi bekler. Bilimsel toplumun onayının önemli olduğunun bilinmesi bilimsel olan ile bilimsel olmayanın ayırt edilmesinde önemli bir köşe taşıdır. Bununla birlikte, çalışma sonucunda 74 katılımcıdan yalnızca 4'ünün bu görüşe sahip olduğu görülmüştür.

Brickhouse (1991) çalışma grubuna biri deneyimsiz ikisi deneyimli öğretmeni dahil ettiği karma yöntem araştırmasında, öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının sınıf içindeki uygulamalarına olan yansımalarını incelenmiştir. Sınıf uygulamalarına ilişkin olarak öğretmenler tarafından tutulan gözlem formları, öğretmenlerle yapılan görüşmeler, ders anlatımı sırasındaki video kayıtları, çalışma kağıtları ve laboratuvar etkinlikleri veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, erkek olan deneyimli ve deneyimsiz öğretmenlerin bilimsel yöntemi pozitivist bilim paradigması çerçevesinden değerlendirdikleri ve bilimsel yöntemin mutlak bir bilimsel doğru ile sonuçlanan bir araçlar dizisi olduğu görüşünü paylaştıkları görülmüştür. Deneyimli olan kadın öğretmenin ise bahsi geçen erkek öğretmenlere göre daha çağdaş bilimin doğası anlayışlarına sahip olduğu ve bu anlayışlarını daha dinamik bir şekilde sınıf içi uygulamalara yansıtabildiği anlaşılmıştır.

Pomeroy (1993) bilim insanlarının, fen bilimleri öğretmenlerinin ve ilkokul öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarını karşılaştırmıştır. Araştırmanın sonunda, ilkokul öğretmenlerinin fen bilimleri öğretmenleri veya bilim insanlarına göre daha çağdaş bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Araştırmacı elde ettiği bu bulguyu; ilkokul öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişiminde onların bilimsel bilgiyi yapılandırma aşamasında bilim insanlarının yaklaşımlarını kullanmış olabilecekleri, fikirleri düşünürken öğrencilerinin bilim insanları gibi düşünmeleri konusunda cesaretlendirmiş olabilecekleri ve son olarak ilkokul öğretmenlerinin

araştırma kapsamı dışında hizmet içi eğitim programlarına katılmış olabilecekleri gibi nedenlerle gerekçelendirmeye çalışmıştır.

Meichtry (1998) doğrudan yansıtıcı öğretimi esas alan bir ders tasarımı yoluyla bilimin doğası bileşenlerini ders içeriğine entegre etmeye çalışmıştır. Bu ders kapsamında, katılımcılara doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimine ilişkin etkinlikler sunulmuş ve bu etkinliklere katılmaları sağlanmıştır. Bu etkinlikler bilimsel muhakemede bulunma, yansıtıcı düşünme, deney yapma ve bilimin tanımını yapma gibi bileşenleri içermektedir. Araştırmanın örneklemini 67 öğretmen adayı ve mezun durumda olan öğretmen adayı oluşturmuştur. Öğretimin başında ve sonunda uygulanan ölçekten elde edilen veriler t testi kullanılarak ön test ve son test şeklinde ölçülmüştür. Araştırma sonucunda, ön testten elde edilen sonuçlar ışığında katılımcıların uygulama öncesinde yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Öte yandan, uygulamaların ardından katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının anlamlı şekilde geliştiği ve katılımcıların bilimin doğası bileşenlerini ders ile daha çok ilişkilendirmeye başladıkları görülmüştür.

Abd-El-Khalick vd. (1998) 14 ortaokul öğretmeni ile çalışarak, öğretmenlerin bilimin doğası öğretimi uygulamalarının incelenmesi ve bu uygulamalara etki eden etmenlerin tespiti üzerinde durmuştur. Araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde, öğretmen adaylarının yalnızca birinin bilimin doğası öğretimini önemli bir hedef olarak değerlendirdiği görülmüştür. Dahası, öğretmen adaylarının tamamı daha önce öğretim planlamalarının hiçbir basamağında öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının tespiti için herhangi bir uygulama yapmadıkları şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bu yetersizliklerin nedenleri araştırmacılar tarafından sınıf yönetimi, özgüven, okul yönetimiyle ilgili sorunlar ve diğer imkansızlıklar gibi bağlamlarda değerlendirilmiştir.

Lederman (1999) beş deneyimli öğretmenin bilimin doğası öğretimi uygulamalarını ve bu uygulamalara etki eden etmenleri incelemiştir. Öğretim programının kullanılması konusunda serbest bırakılmalarına, herhangi bir değerlendirme yöntemini kullanma konusunda baskı yapılmamasına ve bilimin doğasına ilişkin gelişmiş görüşlere sahip olan öğrencilerle çalışılmış olmasına rağmen katılımcıların hiçbirinin doğrudan ve açık bir bilimin doğası anlayışına ve bu anlayışların geliştirilmesine vurgu yapmadıkları görülmüştür.

Haidar (1999) öğretmen adayı olan ve hali hazırda öğretmenlik yapan fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını araştırdığı çalışmasında, bilimin doğası anlayışlarını bilimin doğasını oluşturan bazı boyutlar yönünden incelemiştir. Bulgular incelendiğinde hem geleneksel görüşe hem de çağdaş görüşe ilişkin anlayışların mevcut olduğu görülmüştür.

Bell vd. (2000) 11 katılımcı ile gerçekleştirdiği çalışmada, Abd-El-Khalick vd. (1998)'nin çalışmalarında kullandıkları uygulamaların yerlerini değiştirmiş ve öğretmenlerin bu değişikliğe olan tepkilerini incelemiştir. Katılımcılardan dokuzu bilimin doğası öğretimini doğrudan gerçekleştirebilmiştir. Beş katılımcı ise bilimin doğası anlayışı kazandırmanın ve boyutlara ilişkin tartışmaların gerçekleştirdikleri öğretimin öncelikli hedeflerinden biri olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, araştırma bulguları elde edildikçe görülmüştür ki yalnızca bir katılımcı bilimin doğası anlayışlarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi yoluna gitmiştir.

Akerson vd. (2000) tarafından gerçekleştirilen çalışma bilimin doğası boyutlarının öğretimi yönünden doğrudan yansıtıcı yaklaşımın ele alındığı çalışmalardan biridir. Görüşmelerle birlikte açık uçlu sorulardan oluşan bilimin doğası anketi katılımcılara ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Ön test sonuçları incelendiğinde, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Çalışma sonucunda katılımcıların bazı bilimin doğası boyutları yönünden kayda değer gelişmeler gösterdiği anlaşılmıştır. Bununla birlikte, bilimsel bilginin teori kökenli olması ve sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenlerindeki gelişmeler beklenen düzeyde değildir. Araştırma sonucunda, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu ve bu yaklaşımın kavramsal değişim bağlamı çerçevesinde uygulanmasının daha üst düzey çıktılar sağlayacağı önerilmektedir.

Abd-El-Khalick (2001) doğrudan yansıtıcı yaklaşımın ilkokul öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisini incelemiştir. Çalışmada öğretmenlerin sahip oldukları bilimin doğası anlayışlarını öğretimine aşina oldukları ve aşina olmadıkları fen konularına ne derecede uygulayabildiklerini sorgulamıştır. Uygulamalar el becerilerine dayalı sorgulayıcı etkinlikler yoluyla yürütülen fizik dersinde gerçekleştirilmiştir. Derste maddenin tanecikli yapısı, katı, sıvı, gaz ve plazmaların fiziksel özellikleri, termodinamik, ısı, sıcaklık ve ısı transferi konularına yer verilmiştir. Bilimin doğası öğretimi için 6 bilimin doğası bileşenine yönelik 5 jenerik etkinlik kullanılmıştır. Her bir

etkinlik küçük grup tartışmalarıyla ve bu etkinliklere eşlik eden bağlam temelli bilim tarihi okuma parçalarıyla desteklenmiştir. Araştırma sonunda, bilgili görüşlerin %33 artış gösterdiği, yasaların değişmediğine ilişkin yaygın görüşün %43 azaldığı, bilimsel bilginin değişmeyeceği görüşünün ise %47 azaldığı tespit edilmiştir. Teorilerin yasalara dönüşmeyeceği görüşünde de %63 oranında bir azalma meydana gelmiştir.

Wang (2001) bilimin doğası bileşenlerine yönelik çalıştaylar yoluyla gerçekleştirilen hizmet içi program kapsamında 10 ilkokul öğretmeni ile çalışmıştır. Ancak, bu programın öğretmenlerin bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisi sınırlı olmuştur ve birçok öğretmen geleneksel bilimin doğası anlayışlarını sürdürmüşlerdir. Dolayısıyla, bu sınırlılık öğretmenlerin bilimin doğası bileşenlerinin doğrudan edindirilmesinde başarısız olmalarına neden olmuştur. Araştırmacı bu olumsuz sonucu doğrudan bilimin doğası bileşenlerinin öğretimindeki iyi örneklerin yeteri kadar olmamasına bağlamıştır.

Akerson ve Abd-El-Khalick (2003) ileri seviyede bilimin doğası anlayışlarına sahip olan bir tek katılımcı ile çalışmış ve bu katılımcının bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması, bilimsel bilginin değişebilir olması ve bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenlerinde doğrudan bir bilimin doğası öğretimi gerçekleştirebilmesi için ne gibi destekleyicilere ihtiyaç duyduğunu belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma yorumlamaya dayanan bir bakış açısı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Veri toplama araçları olarak sınıf gözlemleri, video kayıtları, bilimin doğasına ilişkin anketler, görüşmeler, öğretmen-araştırmacı diyalogları kullanılmıştır. Sorumlu araştırmacı katılımlı gözlem yapmış ve sınıf içinde bolca zaman geçirmiştir. Veri toplama süreci çalışmanın başından sonuna kadar devam etmiştir ve elde edilen veriler sürekli karşılaştırmalar yoluyla çözümlenmiştir. Çalışma sonucunda alan yazında sıkça geçen ileri seviyede bilimin doğası anlayışlarına sahip olmanın iyi bir bilimin doğası öğretimini garanti etmediği bulgusunun yanı sıra bilimin doğası öğretimine ilişkin niyetin ve motivasyonun olmasının gerekli ancak yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, katılımcının bilimin doğası öğretimini önemsemesi ve belirli bilimin doğası bileşenlerini dikkate alarak bir öğretim gerçekleştirmesinin de etkili bir öğretimi garanti etmediği görülmüştür. Öğretimi gerçekleştiren katılımcının kendi bilimin doğası anlayışlarını öğretim ortamına yansıtabilmesinde ve pedagojik yönü ağır basan öğretim etkinliklerinin kullanılmasında desteğe ihtiyacı olduğu görülmüştür. Öğretmenler kişisel

anlamda sosyal ortamdan destek almalıdır. Mesleki anlamda ise öğretmenlerin gerçekleştirdikleri bilimin doğası öğretiminin modellenmesi konusunda alan araştırmacılarından destek almaları gerektiği vurgulanmıştır.

Abd-El-Khalick ve Akerson (2004) kavramsal değişim yaklaşımı bağlamında ele aldığı derste doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin daha etkili sonuçlar verdiğini tespit etmiştir. Elde edilen sonuçlar üç tema altında kategorize edilmiştir. Bu temaların ilki motivasyondur. Yani öğretmenlerin bilimin doğasını ne kadar önemli gördükleri onların bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının gelişiminde etkilidir. İkincisi ise bilimin doğası içeriğinin öğretimini yapacak olan öğretmenin konu içeriği ile kendi dünya görüşlerinin etkileşiminin uygunluğudur. Üçüncüsü ve bu araştırmada ele alınan haliyle, araştırma sonuçları göstermektedir ki süreç odaklı bilimin doğası anlayışlarına sahip olan öğretmenlerin diğerlerine göre daha çağdaş bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmektedir. Araştırmacılar süreç odaklı düşünen öğretmenlerin üst bilişsel stratejileri kullanmaya daha meyilli olduklarını ve bu durumun onların daha iyi bilimin doğası anlayışları geliştirmelerini sağladığını savunmaktadırlar.

Akerson ve Abd-El-Khalick (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada bu tezde kullanılan veri toplama aracı olan VNOS-C kullanılmıştır. Öğretmen adaylarından elde edilen görüşler yetersiz ve bilgili kategorileri altında incelenmiş ve çalışma sonucunda katılımcıların büyük çoğunluğunun yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu yetersizlik hemen hemen tüm bilimin doğası boyutlarına yansımıştır.

Scharmann vd. (2005) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi amacıyla, bilim felsefesi alanıyla ilgili görüşleriyle tanınan Thomas Kuhn'un önerileri de dikkate alınarak bir öğretim uygulamasının tasarlanması amaçlanmıştır. Bir eylem araştırması kurgusu çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmaya fen öğretiminde laboratuvar teknikleri dersini alan fen bilimleri öğretmen adayları katılmıştır. Öğretim uygulaması 5E öğrenme döngüsü modeli üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu modelin giriş basamağında öğretmen adaylarına sekiz adet ifade sunulmuştur ve bunları bilimsellikleri yönünden daha az bilimsel olandan daha çok bilimsel olana doğru sıralamaları istenmiştir. Keşfetme basamağında, ikili ve üçlü gruplar halinde çalışan öğretmen adaylarından sıralamalar hakkında ortak bir karara varmaları istenmiştir ve bu kararı alırken kullandıkları bilimsellik ölçütlerini belirtmeleri gerektiği söylenmiştir. Açıklama basamağında, çalışmayı yürüten ilk sıradaki araştırmacı öğretmen adaylarının

genel sınıf tartışmasına girmelerini ve soru-cevap şeklinde görüşlerini paylaşmalarını sağlamıştır. Burada araştırmacı tüm grupların üzerinde uzlaştığı bilimsellik ölçütlerini ortaya çıkarmaya çalışmıştır. Derinleştirme basamağında, öğretmen adaylarından ilave bilimin doğası okuma parçalarını okumaları ve muhakeme temelli bilimin doğası etkinliklerine katılmaları istenmiştir. Her bir okuma parçası için adaylardan yansıtma kağıtları hazırlamaları istenmiştir. Değerlendirme basamağında ise performansa dayalı etkinlikler gerçekleştirilmiş ve bu performanslar yine yansıtma kağıtları yoluyla değerlendirilmiştir. Sınıf tartışmaları boyunca geçen sözlü ifadeler, okuma parçalarına ilişkin yazılı ifadeler ve yansıtma kağıtları veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Verilerin analizi sonucunda öğretim tasarımının hedeflenen başarıya ulaştığı görülmüştür. Araştırma sonucunda, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımının etkili olduğu, uygulamalar sırasında öğretmen adaylarına yansıtma yapabilme fırsatlarının verilmesi gerektiği, bilimsellik ölçütünün belirgin etiketlemeler yerine süregelen görece bilimsellik temeli üzerinden yürütülmesi gerektiği ve bu bakış açısının felsefik ve pedagojik varsayımlara da uygunluk gösterdiği gibi sonuçlara ulaşılmıştır.

Akerson vd. (2006) on yedi katılımcının yer aldığı bir ders kapsamında çeşitli etkinlikler gerçekleştirmiş ve bu yolla katılımcıların bilimin doğası anlayışlarını ve uygulama pratiklerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Katılımcıların bilimin doğasına ilişkin anlayışlarına ilişkin veriler VNOS-B Ölçeği aracılığıyla toplanmıştır. Aynı ölçek son test uygulamasından beş ay sonra kalıcılık testi olarak yeniden uygulanmıştır. Ders kapsamında katılımcılar doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi bağlamında; bilimin doğası bileşenleri hakkında okumalar, anahtar fen kavramlarını geliştirmeye yönelik el becerisine dayalı haftalık etkinlikler, bilimin doğası bileşenlerinin öğretimine ilişkin öğretim uygulamaları ve son olarak sözlü ve yazılı etkinlikler gerçekleştirmişlerdir. Araştırma sonucunda katılımcıların bilimin doğasına ilişkin temel kavramları ifade edebildikleri görülmüştür. Bununla birlikte, katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin örnekler veremediği ve kendi ifadeleriyle tanımlayamadıkları görülmüştür. Kalıcılık testi sonuçları birçok katılımcının uygulama öncesindeki anlayışlarına geri döndüklerini göstermiştir. Yani, uygulamalar katılımcıların görüşlerinin kalıcılığını sağlayamamıştır.

Southerland vd. (2006) dokuz öğretmen arasından seçtiği beş öğretmenle gerçekleştirdiği çalışmada bilimin doğasına ilişkin bileşenlerin öğretimini hedeflemiştir.

Uygulamalar altı hafta sürmüştür ve iki uygulama sınıfından birinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Öğretmenlerin uygulamalarda kullanılan okuma parçaları üzerine sınıf tartışmalarına girmeleri ve haftalık olarak yansıtma kağıtları hazırlamaları istenmiştir. Veri toplama aracı olarak bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, öğretmenlerin başlangıçta farklı seviyelerde bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları ve öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının öncelikli olarak öğrenmeye ilişkin eğilimleri, öğrenmeye ve öğrenene ilişkin inanışları ve bilimi bir ürün veya süreç olarak görüp görmemelerine bağlı olarak değişiklik gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. İkincil olarak ise fene ilişkin duyguların, fene ilişkin deneyimlerin ve öğrenme çıktılarının önemli olduğu görülmüştür.

Taşar (2006) bilimin doğası dersi bağlamında gerçekleştirdiği karma yöntem çalışmasında fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını incelemiştir. Öğretmen adaylarından elde edilen veriler incelendiğinde, teori-kanun ve evrensel bilimsel yöntem algısı konusunda öğretmen adaylarının yetersiz anlayışlara sahip oldukları görülmüştür. Bulgular incelendiğinde, bilimin doğası anlayışlarının yoğun şekilde pozitivist bilim anlayışından etkilendiği sonucuna ulaşılabilir.

Liu ve Lederman (2007) Tayvanlı öğretmen adaylarıyla onların dünya görüşlerini ortaya çıkarmaya çalışan ve bu görüşlerin bilimin doğası anlayışları ile olası ilişkisini inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Abd-El-Khalick ve Akerson (2004)'un çalışmasında olduğu gibi araştırmanın verileri VNOS-C ile toplanmıştır. Benzer şekilde, öğretmen adaylarının görüşlerinin çoğunun bilimin doğası boyutunda yetersiz olduğu ve farklı dünya görüşlerine sahip olan öğretmen adaylarının farklı bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları anlaşılmıştır.

Ayvacı (2007) yarı deneysel araştırma modeli kapsamında gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasında, kütle çekimi konusuna ilişkin bilimsel içerik üzerinden bağlam temelli bir öğretim tasarlamıştır. Öğretim sırasında kullanılmak üzere tarihsel bilimin doğası öğretimi, dolaylı bilimin doğası öğretimi ve doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için ayrı ayrı materyaller hazırlanmıştır. Çalışma grubunu sınıf öğretmenliği öğretmen adayları oluşturmuştur. Çalışmanın veri toplama araçları konuya ilişkin akademik başarı testi ve bilimsel bilgiye yönelik görüş anketidir. Bu araçlar ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Çalışma sonunda araştırmacı, her üç yaklaşımın da bazı bilimin doğası bileşenlerinde etkili olduğunu ve bu nedenle bu üç

yaklaşımın karışımını içeren melez bir yaklaşımın bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede daha etkili olabileceğini öne sürmüştür.

Akerson ve Donnelly (2008) öğrenmeye ilişkin kişisel karakter özellikleri ile bilimin doğası anlayışları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Üst bilişsel farkındalık, öz-yeterlik, fen bilimleri öğretimine ilişkin tutumlar, entelektüel ve etik gelişim düzeyleri, bilimin doğasının öğretimine ilişkin ilgi ve kültürel değerler gibi değişkenler bu kapsamda ele alınmıştır. Çalışma karma araştırma yöntemi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunda yüksek lisans derecesine sahip 21 ilkokul öğretmen adayı yer almıştır. Birçok veri aracından toplanan verilerin analizi sonunda; maneviyata ve geleneklere bağlı olan öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir olması bileşeni yönünden daha yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları ve süreç odaklı olmaktan ziyade ikili (dualistik) düşündükleri, yaratıcılığa önem verenlerin bilim insanlarının çalışmalarındaki yaratıcılık süreçlerinin daha çok farkında oldukları, sosyokültürel etki bakımından yetersiz görüşlere sahip olanların diğerlerine göre daha öz-yönlendirmeli kişiler olduğu tespit edilmiştir. Son olarak, bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşeni açısından bakıldığında yetersiz görüşlere sahip olanların diğerlerine göre daha nesnel bir bakış açısına sahip oldukları ve dolayısıyla bilimsel bilginin olanı gösterdiği ve bunun üzerine düşünmeye, yorumlamaya ve çıkarımlarda bulunmaya ihtiyaç olmadığına ilişkin görüşler geliştirdikleri görülmüştür.

Küçük (2008) çalışmasında doğrudan yansıtıcı yaklaşım yoluyla aday ilkokul öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeyi amaçlamıştır. 12 katılımcı ile gerçekleşen uygulamalar fen-teknoloji-toplum dersi kapsamında ele alınmıştır. Veriler VNOS-C ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Araştırma sonunda, uygulamalar öncesinde katılımcıların yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları tespit edilmiştir. Doğrudan yansıtıcı öğretime dayalı uygulamalar sonrasında katılımcıların birçoğu, teorilerin ve yasaların farklı türde bilgiler olduğu bileşeni hariç, tüm bileşenler yönünden gelişim kaydetmiştir.

Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmada hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcılara fen öğretimi dersi bağlamında doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Önceki çalışmaların aksine deney grubunda yer alan katılımcıların kontrol grubunda da gerçekleştirilen tüm uygulamalara ek olarak bazı üst bilişsel stratejilerin kullanılması sağlanmıştır. Çalışmanın sonunda

deney grubunda yer alan katılımcıların kanıta dayalı olma, değişebilir olma, teori kökenli olma ve çıkarımlara dayalı olma bileşenlerinde deney grubu lehine anlamlı bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca gelişmiş bir üst biliş ile gelişmiş bilimin doğası anlayışları arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir.

Seung vd. (2009) çalışmasında doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımını farklı bağlamları bir arada kullanarak gerçekleştirmiştir. 19 fen bilimleri öğretmen adayıyla iki yarıyıl boyunca gerçekleştirilen bu çalışmada, katılımcılar bilimin doğası bileşenlerine ilişkin etkinlikleri üç farklı öğretim yaklaşımını kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Bu yaklaşımlar; doğrudan ancak bağlam temelli olmayan, doğrudan ve bağlam temelli olan ve son olarak doğrudan ve örnek olaylara dayanan yaklaşımlardır. Çalışma kapsamında birinci yaklaşım için küp etkinliği, ikinci yaklaşım için "pendulum" etkinliği, üçüncü yaklaşım için de bilim tarihinden örnekler kullanılmıştır. Veri toplama araçları olarak VNOS-C formu, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yazılı dökümanlar kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, öğretmen adaylarının belirli bir bilimin doğası etkinliğinin farklı bağlamlara ilişkin yaklaşımlar kullanılarak gerçekleştirilmesinin gelecekteki öğretim uygulamaları açısından faydalı olabileceğini belirttikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının birçok bileşende gelişim göstermesine dayanarak, araştırmacılar her bir bağlamın uygulama sürecinde birbirinin tamamlayıcısı şeklinde işlev gördüğünü ve çeşitli öğretim bağlamlarının bir arada kullanılmasının daha derin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olabileceği çıkarımını yapmışlardır.

Bell vd. (2011) fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını incelediği çalışmasında, öğretmen adaylarının mevcut birçok yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Bağlam temelli bir çalışma olmasına karşın bu kadar yetersiz algıların oluşması, araştırmacıların bilimin doğası öğretiminde doğrudan yansıtıcı öğretimin kullanılması gerektiği fikrini öne sürmelerine neden olmuştur.

Yalçınoğlu ve Anagün (2012) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, araştırmacılar 29 fen bilimleri öğretmeninin bilimin doğası anlayışlarını doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımıyla geliştirmeyi amaçlamıştır. Uygulamanın ilk 5 haftasında jenerik etkinlikler kullanılmıştır ve her etkinlikten sonra genel sınıf tartışmaları yürütülmüştür. Bulgular incelendiğinde, uygulama öncesinde katılımcıların büyük çoğunluğunun bilimin doğası anlayışları yönünden yetersiz olduklarını ortaya koymuştur. Uygulama sonrasında katılımcıların anlayışlarının geliştiği gözlenmiştir.

Katılımcılar en çok bilimsel bilginin teori kökenli olması ve sosyokültürel ortamda üretilmesi, en az ise teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması bileşenlerinde gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Clough ve Olson (2012) tarafından geliştirilen bilimin doğası öğretim programı bağlam temelli olmayan etkinliklerden üst düzeyde bağlam temelli olan etkinliklere doğru gidecek şekilde tasarlanmıştır. Bu programa katılan 6 öğretmen gözlemlenmiş ve devamında görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin öğrencilerine derste yapılan etkinliklerin türü ve sayısı hakkında sorular yöneltilmiştir. Dönem bittiğinde, 4 öğretmenin fen bilimleri konu içeriğinin yanı sıra bilimin doğası öğretimini tutarlı bir şekilde uygulayabildiği görülmüştür. Diğer 2 öğretmen ise bilimin doğası öğretimini bağlam temelli olmayan yollarla gerçekleştirmeyi sürdürmüştür. Uygulamada iyi olan öğretmenlerin hali hazırda yoğun olan ve bilimin doğası etkinliklerine yeterince yer verilmeyen programları bahane etmekten ziyade, bilimin doğası öğretimini daha az jenerik etkinlik kullanıp bağlam temelini artırma yoluna giderek gerçekleştirdikleri görülmüştür.

Herman, Clough ve Olson (2013) öğretmen adaylarının yoğun içerikli bir öğretimin ardından kazandıkları bilimin doğası öğretimine ilişkin uygulama tecrübelerinin 2-5 yıllık bir zaman dilimi sonrasındaki kalıcılığını incelemişlerdir. Fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası öğretimini önemli bir öğretimsel amaç olarak görmemeleri ve bu nedenle doğrudan bir bilimin doğası öğretimini planlamadıkları görüşünden yola çıkan araştırmacılar, etkili bir bilimin doğası öğretimi yapılabilmesi için öğretmenlerin öğrencilerin dikkatlerini bilimin doğası boyutlarına çekmeleri ve bu boyutlar hakkında düşünmelerini sağlamalarının gerekliliğinden bahsetmektedirler. Öğretmenler bunu yaparken çoğunlukla üst düzey pedagojik kararlar almaktadır.

Peters Burton (2013) öğretmenlerin mevcut bilimin doğası anlayışlarını bilimin doğası öğretimine transfer etme durumlarını incelemiştir. Öğretmen adaylarının sahip oldukları bilimin doğası anlayışlarını program çıktıları haline getirebilecek öğretim becerilerine dönüştürmenin zor olduğu görüşünden yola çıkan araştırmacı bu anlayışların sınıf içi uygulamalara transferinin önemli olduğunu savunmuştur.

Capps ve Crawford (2013) sorgulama temelli öğrenme yaklaşımı ve doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin kullanılma durumlarını incelemişlerdir. Araştırmacıların deyimiyle iyi yetişmiş ve üst düzey motivasyona sahip olan yirmi altı

öğretmenin sorgulama temelli öğretimle birlikte doğrudan yansıtıcı bilimin doğasıyla ilgili görüşleri ve bu yaklaşımları kullanma durumlarını karma araştırma mantığı içerisinde sorgulanmıştır. Veri toplama araçları olarak sınıf içi gözlem formları, ses kayıtları, anketler ve görüşmelerin kullanıldığı bu çalışmada aynı zamanda öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ile bilimin doğası boyutlarını uygulamaya geçirme durumlarıyla ilişkisi de incelenmiştir. Araştırma sonucunda, öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin yetersiz anlayışlara sahip olduklarını ortaya koymuştur. Öğretmenlerin öğretim uygulamaları incelendiğinde ise bilimin doğası boyutlarına yönelik olan çok az sayıda uygulamanın olduğu görülmüştür. Bu durum, çok iyi düzeyde olan öğretmenlerin bile bilimin doğasının pratiğe dökülmesinde zorlanabileceklerini göstermektedir. Araştırmacılar bu sorunun aşılabilmesi için öğretmenlerin iyi kurgulanmış ve süreklilik gösteren mesleki gelişim programlarına katılmaya ve böylece program reform çalışmalarına uyum sağlayabilecek adaptasyonlar geliştirmelerine ihtiyaçları olduğunu savunmaktadırlar.

Bilican (2014) nitel araştırma mantığı çerçevesinde gerçekleştirdiği doktora tez çalışmasında, çalışma grubunu özel öğretim yöntemleri dersini alan yedi fen bilimleri öğretmen adayından oluşturmuştur. Öğretmen adayları uygulamaların pratiğe dökülmesi amacıyla sınıf içi tartışmalara katılmış, el becerisi gerektiren etkinliklerle meşgul olmuş ve okuma etkinlikleri gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını ortaya çıkarmak amacıyla Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen VNOS-C ölçeği kullanılmıştır. Bilimin doğasını öğretme becerilerindeki gelişimi incelemek için öğretmen adaylarına ders planları yaptırılmıştır ve yansıtıcı raporlar tutmaları istenmiştir. Ders planları ve yansıtıcı raporların yanı sıra öğretmen adaylarıyla öğretim becerilerinin gelişimi süreciyle ilgili olarak yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında öğretmen adaylarının ders planı hazırlama becerilerine sahip oldukları varsayılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmen adaylarının bilimin doğasına yönelik görüşlerini geliştirdikleri ve bilimin doğası bileşenlerini ders planına entegre edebildikleri görülmüştür.

Cofré, Vergara, Lederman, Lederman, Santibáñez, Jiménez ve Yancovic (2014) 1 yıllık gelişim programına katılan ve en az 2 yıllık fen öğretimi deneyimi olan 12 fen bilimleri öğretmeninin bilimin doğası anlayışlarının gelişimini incelemiştir. Uygulamalar karma bir şekilde, yani hem bağlam temelli olmayan hem de bağlam temelli olan mini

dersler aracılığıyla yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak VNOS-D+ formu kullanılmıştır. Ön testten elde edilen bulgular, öğretmenlerin uygulama öncesinde kanıta dayalı olma bileşeni hariç diğer tüm bileşenlerde yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Çıkarımlara dayalı olma ve teori kökenli olma bileşenleri bu yetersiz anlayışların en yoğun olduğu bileşen olarak tespit edilmiştir. Yapılan McNemar anlamlılık testi sonucunda, kanıta dayalı olma bileşeni hariç diğer tüm bileşenlerde anlamlı farklılık elde edilmiştir.

Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışmada doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarına, bu anlayışların kalıcılığına ve öğretmenlerin bilimin doğası öğretimini planlamalarına ve bu öğretim uygulamalarına etkisi araştırılmıştır. 6 haftalık yoğunlaştırılmış bilimin doğası öğretiminin ardından, ders planlarını geliştiren on dokuz öğretmen arasından 6 öğretmen seçilmiş ve bu öğretmenler oluşturdukları ders planlarını uygularken gözlemlenmiştir. Çalışma sonunda öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının geliştiği ve 5 ay sonraki testte de kalıcılığını sürdürdüğü görülmüştür. Bu sonuçtan yola çıkarak araştırmacılar öğretmenlerin içerik yönünden zengin bağlamlarda bilimin doğası öğretimi yapabilmeleri için öğretmenlerin pedagojik içerik bilgilerinin önemli bir kaynak olabileceğini ortaya koymuşlardır.

Adıbelli Şahin ve Deniz (2016) nitel durum çalışması niteliğindeki araştırma kapsamında, bir yıl boyunca süren mesleki gelişim programına katılan dört ilkokul öğretmeninin bilimin doğasının dokuz bileşenini ne derecede önemli bulduklarını sorgulamışlardır. Çeşitli veri toplama araçlarının ve görüşmelerin veri kaynağı olarak kullanıldığı çalışmada öğretmenlerin bilimin doğası bileşenlerine ilişkin olarak; öğretmenlerin bilimin doğası öğrenimi tecrübeleri, bilimin doğası öğretimi tecrübeleri, öğrencilerin bilimin doğası bileşenlerine ilişkin bilgileri, bilimin doğası bileşenlerine ilişkin olarak öğretim programlarında yer alan bilgiler, fen bilimleri dersi bağlamında ele alınan bilgiler ve son olarak bilimin doğası bileşenlerinin öğretiminin yararlılığı gibi ölçütleri öne sürdükleri görülmüştür. Öğretmenlerin bilimin doğası bileşenlerinin tamamının ilkokul seviyesinde öğretilebilir olduğu görüşü etrafında birleştikleri görülmüştür.

Ağlarcı, Sarıçayır ve Şahin (2016) nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması yöntemi kapsamında gerçekleştirdikleri çalışmada, doğrudan yansıtıcı bilimin

doğası öğretimi yaklaşımının kimya öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarına etkisini incelemiştir. Veri toplama aracı olarak Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen "Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği" kullanılmıştır. Ölçekten elde edilen verilerin yanı sıra öğretmen adaylarıyla görüşmeler yapılmış ve bu yolla da veri toplanmıştır. Verilerin analizi sonucunda ulaşılan sonuçlar incelendiğinde, doğrudan yansıtıcı öğretim öncesinde öğretmen adaylarının büyük bir kısmının yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretim sonrasında ise öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin yanılgılarının düzeldiği ve daha ileri bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte, bilimsel bilginin değişebilir olması ve teori ile kanunların farklı türde bilgiler olduğu bileşenlerinde istenen düzeyde gelişim sağlanamamıştır.

Bell vd. (2016) iki yıllık öğretim programına altı grup halinde katılan toplam 70 öğretmenle gerçekleştirdiği çalışmada, konu içeriği bağlamında ele aldıkları bilimin doğası öğretiminin bilimin doğası anlayışlarının gelişimine ve bilimin doğası öğretim becerilerine etkisini incelemiştir. Katılımcılar programın ilk yılından kavramsal değişim yaklaşımı altında ele alınan bağlamsal yoğunluğu değişen etkinlikler yoluyla doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi almışlardır. Veriler VNOS-C formu ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler analitik tümevarım yoluyla değerlendirilmiştir. Uygulama sonrasında katılımcıların görüşlerinin ciddi bir şekilde bilgili kategorisine doğru yöneldiği görülmüştür. Benzer şekilde, uygulama sonrasında tüm katılımcıların gelecekteki ders planlarında bilimin doğası bileşenlerine yer vermeyi düşündükleri ve bazı konuların öğretiminin bilimin doğası öğretimi yoluyla kolaylaşacağı fikrine sahip oldukları görülmüştür. Araştırmacılar konu içeriği bağlamında gerçekleştirilen bilimin doğası öğretiminin öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu sonucuna varmışlardır.

Mulvey ve Bell (2017) ilgili alan yazında elde edilen bilimin doğası anlayışlarındaki artışların kalıcı olup olmadığını sorgulamıştır. Araştırmacılar bağlam temelli öğretimin bağlam temelli olmayan öğretime üstünlüğünden ziyade bu çalışmada her ikisinin olumlu yönlerinin bir arada değerlendirilmesiyle kalıcılığın daha çok sağlanacağı varsayımından yola çıkmışlardır. Araştırmacılar bu yaklaşımı karma bağlam olarak nitelendirmişlerdir. Çalışma bu tez araştırmasının temel mantığını yansıtması ve kalıcılığı da incelemesi bakımından önemlidir. Çalışmada bağlam olarak konu içeriği

tercih edilmiştir. Veriler VNOS-C formu aracılığıyla ön, son ve uygulamanın 10 ay sonrasındaki kalıcılık testinden elde edilmiştir. Uygulama sonrasında, katılımcı öğretmenlerin tüm bilimin doğası bileşenlerinde gelişim gösterdiği görülmüştür. Katılımcıların büyük bir kısmının uygulanan program sonrasındaki anlayışlarını, ilgili alan yazındaki yaygın bulguların aksine kalıcılık testinde de korudukları görülmüştür.

Özetle, öğretmen adayları ve öğretmenlerle gerçekleştirilen betimsel çalışmalar incelendiğinde genel olarak bilimin doğası anlayışlarının yetersiz olduğuna ilişkin bulgulara sıklıkla ulaşıldığı görülmüştür. Bu yetersiz görüşlerin bazı çalışmalarda nedenleri üzerinde durulduğu ve bu yetersizliği ortadan kaldıracak etmenlerin neler olabileceği tartışılmıştır. Bu yetersizliklerin ağırlıklı olarak pozitivist bilim anlayışından köken aldığı ve ontolojik kökenler içerdiği gibi argümanlar üzerinden temellendirildiği görülmüştür. Bazı bileşenlerdeki yetersiz görüşlerin diğerlerine göre daha yaygın olduğu görülmüştür. Bilimin doğası anlayışımı geliştirmeye çalışan uygulamalı araştırmalarda ise genel olarak doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının kullanıldığı dikkati çekmiştir. Bu uygulamaların yapıldığı çalışmaların çoğunda olumlu sonuçların alındığına ilişkin görüşlere rastlanmıştır. Bir başka çalışma konusu ise öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bilimin doğası bileşenlerini sınıf içindeki etkinliklere ne oranda yansıtabildikleri ile ilgilidir. Bu çalışmaların çoğunluğunda bilimin doğası bileşenlerinin öğretimi konusunda yeterli farkındalığın oluşmadığı ve bunun nasıl yapılacağının tam olarak bilinmediği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimin doğası bileşenlerinin öğretimi konusunda etkili sonuçlar sağladığı görüşünün hakim olduğu söylenebilir. Öte yandan bilimin doğası anlayışları yönünden bilgili olan öğretmenlerin etkili bir bilimin doğası yöntemini gerçekleştiremeyebileceklerine ilişkin bulgulara ulaşıldığı görülmüştür. Öte yandan süreç odaklı düşünen öğretmenlerin daha bilgili bilimin doğası anlayışlarına sahip olduğu ve bu öğretmenlerin üst bilişsel stratejilerin kullanımına daha meyilli olduklarına ilişkin bulgular dikkati çekmiştir. Son olarak bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığının sorgulandığı çalışmaların istenen düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır. Mevcut çalışmaların ise bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışların genel olarak kalıcı olmadığı ve uygulamalar etkisi geçtikten sonra eski haline döndüğü tespit edilmiştir.

2.1.4.4.2. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ile ilgili araştırmalar

Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) doğrudan yansıtıcı yaklaşımı ile dolaylı yaklaşımın ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarına etkisini incelemiştir. Araştırmada bilimin doğası bileşenleri bakımından bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, değişebilir olması, çıkarımlara dayalı olması ve yaratıcılık ve hayal gücüyle oluşturulması bileşenleri üzerinden incelemeler yapılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunda 62 ortaokul öğrencisi yer almıştır. Uygulamaların doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımıyla gerçekleştirildiği deney grubunda yer alan öğrenciler bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtıcı tartışmaların ardından sorgulama temelli etkinliklere katılmışlardır. Kontrol grubunda yer alan öğrenciler ise yalnızca sorgulama temelli etkinliklere katılmışlardır. Sorgulama temelli etkinliklerin doğrudan bilimin doğasını çağrıştıran bir özellikte olmamasına dikkat edilmiştir. Veriler bilimin doğası anlayışlarına ilişkin açık uçlu sorular yoluyla elde edilmiştir. Araştırma sonucunda, uygulamalar öncesinde her iki grupta yer alan öğrencilerin büyük bir kısmının bilimin doğası bileşenleri yönünden zayıf anlayışlara sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Deney grubunda yer alan öğrenciler ise bilimin doğası bileşenlerinde daha bilgili anlayışlar ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar elde ettikleri bulgular üzerinden, bilimsel etkinliklere katılım yoluyla öğrencilerin kendiliğinden daha bilgili bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları görüşünü yanlışlamışlardır. Onlara göre, bilimin doğası bileşenlerine ilişkin bilgili anlayışlar geliştirilebilmesi bilişsel alana ait olan bir öğretim çıktısıdır ve çıktıya doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile ulaşılabilir.

Sandoval ve Morrison (2003) öğrencilerin bilimsel bilgi ve bilimsel etkinliklere ilişkin epistemolojik inançlarının onların öğrenmeye bakış açılarına yansıdığı varsayımı altında gerçekleştirdikleri çalışmada, dört haftalık teknoloji destekli öğretimin kullanıldığı evrim ve doğal seçilim ünitesinde bilimsel muhakeme temelli öğretimin lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin inançlarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Veriler bilimin doğasına ilişkin soruların yer aldığı görüşme formu aracılığıyla toplanmıştır. Bu görüşme formu sekiz öğrenciye çalışmanın başında ve sonunda uygulanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin doğal dünyaya ilişkin olarak sürekli olarak bir doğru yanıt arayışında oldukları görülmüştür. Yanıtlarında tutarlılık

göstermeyen öğrencilerin tutarlı kavramsal epistemolojik çerçevelere sahip olmadıkları söylenebilir. Araştırmacılara göre öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin fikirleri değişmemiştir. Bununla birlikte, uygulamalar boyunca öğrencilerin bilimsel muhakeme yoluyla iletişimlerinin arttığı ve bilime ilişkin konuşmalarını daha fazla epistemolojik yönü dikkate alarak gerçekleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Küçük (2006) doktora tez çalışmasında, doğrudan yansıtıcı yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinliklerinin bilimin doğası anlayışlarına olan etkisini incelemiştir. Çalışma grubunda on yedi yedinci sınıf öğrencisi ve dört bilimin doğası bileşenine ilişkin olarak geliştirilen etkinlikleri uygulayan öğretmen yer almaktadır. Veri toplama aracı olarak bilimin doğası anketi, yarı yapılandırılmış görüşmeler, tutum anketleri, yansıtıcı raporlar ve video kayıtları kullanılmıştır. Veriler incelendiğinde, uygulamalar sonrasında hem öğrencilerin hem de uygulamaları gerçekleştiren öğretmenin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının geliştiği görülmüştür. Araştırmacı çalışmanın sonunda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Khishfe (2008) üç aylık bir sürede 18 yedinci sınıf öğrencisiyle çalışmıştır. Çalışma, sorgulama temelli etkinlikler bağlamında gerçekleştirilmiştir. Etkinlikler sonrasında, bilimin doğası bileşenleri kapsamında yansıtıcı düşünmeye yönelik tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Bilimin doğası bileşenlerine; bilimsel bilginin değişebilir olması, bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması ve son olarak bilimsel bilginin hayal gücüne ve yaratıcılığa bağlı olması dahil edilmiştir. Veri toplama aracı olarak, açık uçlu sorulardan oluşan anket ve buna ilişkin yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Veri analizi sonucunda, öğrencilerin uygulamalar öncesinde zayıf bilimin doğası anlayışlarına sahip oldukları, öğretim sırasında yapılan ölçümlerde bu anlayışların geçişken ve bilgili kategorilerine yakınlaştığı, uygulamalar sonrasında ise bu görüşlerin bu kategoriler kapsamında geliştiği görülmüştür. Araştırmacı bulgulardan yola çıkarak öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının geçişken kategorisinden bilgili kategorisine geçişinin gelişimsel bir şekilde gerçekleştiğini öne sürmüştür.

Metin (2009) yaz doğa kampı kapsamında gerçekleştirdiği etkinlikler yoluyla öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki değişimleri incelemiştir. Etkinliklerini yönlendirilmiş araştırma bağlamında temellendiren araştırmacı, araştırma verilerini on

farklı ilköğretim okulundan gelen ve belirtilen yaz doğa kampına katılan yirmi dört ortaokul öğrencisinden elde etmiştir. Araştırmanın verileri anket ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Bilimin doğası görüşlerinin tespit edilmesi amacıyla bilimin doğası hakkındaki görüşleri ölçen bir anket ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Araştırma sonunda, yaz doğa kampından sonra öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin geliştiği görülmüştür. Bulgular incelendiğinde; öğrencilerin en çok gelişimi bilimsel bilginin kanıta dayalı olması boyutunda, en az gelişimi ise bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olmasında gösterdiği sonucunda varılmıştır. Benzer şekilde, bilimsel bilginin değişebilir olması boyutunda ve bilimsel bilginin teori kökenli olması boyutlarında da gelişmeler gözlemlenmiştir. Araştırmacı elde ettiği bulgular üzerinden, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi kapsamında hazırlanan etkinliklerle gerçekleştirilen yaz doğa kampının, araştırmada ele alınan altı bilimin doğası bileşeninde etkili olduğu sonucuna varmıştır.

Çil (2010) kavramsal değişim stratejisini bağlam olarak ele aldığı tez çalışmasında, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişimine ve Işık Ünitesi'ndeki akademik başarılarına etkisini araştırmıştır. Veri toplama aracı olarak anket ve başarı testlerinin yanı sıra görüşmeler ve yansıtma raporları da kullanılmıştır. Bilimin doğası anlayışlarına ilişkin olarak toplanan veriler nitel analiz çerçevesinde yeterli, değişken ve yetersiz kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Çalışma sonucunda, uygulamalar öncesinde çalışmaya dahil edilen bilimin doğası bileşenlerinde öğrencilerin çoğunun değişken ve zayıf görüşlere sahip oldukları, kavramsal değişim stratejisinin en çok bilimsel bilginin değişebilirliği, bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, bilimsel bilginin teori kökenli olması ve bilimsel bilginin sosyokültürel özellikte olması boyutlarında, en az gözlem ve çıkarımlar boyutunda etkisini gösterdiği ve etkinin kalıcı olduğu, öğrencilerin sınıf içi uygulamalarda ele alınan bilimin doğası bileşenleriyle ilgili olarak şiir, karikatür gibi ürünler hazırlamalarının ve bu ürünlerin panoda sergilenmesinin yeterli bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu, doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bilimsel bilginin değişebilirliği, bilimsel bilginin kanıta dayalı olması ve bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenleri kapsamında yeterli görüşlerin edinilmesi noktasında %30-35, bilimsel bilginin yaratıcılığa ve hayal gücüne dayalı olması, bilimsel bilginin sosyokültürel özellikte olması ve gözlem ve çıkarımlar bileşenlerinde %15-20 arası

olduğu ve bilimsel bilginin değişebilirliği dışındaki tüm bileşenlerde bilimin doğası anlayışlarının kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacı çalışmasında yer alan sonuçlar kapsamında, bilimin doğası öğretiminin yeterli görüşler geliştirebilmesi için bilimin doğasına ilişkin bileşenlerin planlı etkinlikler dahilinde doğrudan yansıtıcı yaklaşımla verilmesi gerektiğini ve deney etkinliklerinin yoğun olduğu fen bilimleri derslerinin yeterli bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi için yeterince uygun olmadığını savunmaktadır.

Yacoubian ve BouJaoude (2010) sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin ardından gerçekleştirilen yansıtıcı düşünmeye dayalı tartışmaların altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin değişebilir olması, bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, bilimsel bilginin teori kökenli olması ve bilimsel bilginin sosyal bir ortamda üretilmesi bileşenlerindeki anlayışlarının gelişimine etkisini araştırmışlardır. Lübnan'da bir okulda otuz sekiz öğrenciyle gerçekleştirilen çalışma, deney öncesi test-deney sonrası test kontrol grubu kurgusu uyarınca gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda yer alan öğrenciler bilimin doğasına ilişkin yansıtıcı düşünmeye dayalı tartışmalara katılmışlardır. Deney grubunda yer alan öğrenciler bilimin doğasına ilişkin sorulara yanıt verirken, kontrol grubunda yer alan öğrenciler yalnızca laboratuvar etkinliklerinin içeriğine ilişkin sorulara yanıt vermişlerdir. Çalışmanın sonunda, sorgulamaya dayalı laboratuvar etkinliklerinin ardından gerçekleştirilen yansıtıcı düşünmeye dayalı tartışmaların bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çakıcı ve Bayır (2012) bilim insanlarının yaşam hikayelerinin yer aldığı rol oynama etkinliklerinin öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmanın öncesinde ve sonrasında, çalışma grubunda yer alan 18 öğrencinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri açık uçlu sorular aracılığıyla toplanmıştır. Son testlerden elde edilen veriler incelendiğinde, öğrencilerin bazı bilimin doğası bileşenleri yönünden gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin en az gelişimi bilimsel bilginin değişebilir olması, bilimsel bilginin kanıta dayalı olması ve bilimsel bilginin yaratıcılığa ve hayal gücüne dayalı olması bileşenlerinde gösterirken, en çok gelişimi ise bilimsel yöntem anlayışında gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu nedenle, araştırmacılar çalışma sonunda rol oynama tekniğine dayalı etkinliklerin öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirdiği sonucuna varmışlardır.

Özetle, öğrencilerle gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde genel olarak bilimin doğasına ilişkin yetersiz anlayışlara rastlandığına ilişkin bulgulara ulaşıldığı görülmüştür. Bu araştırma alanında da doğrudan yansıtıcı yaklaşımın önemli bir role sahip olduğuna ilişkin bulgular mevcuttur. Öte yandan öğrencilerin bilimsel bilgiyi değerlendirirken geleneksel bakış açılarından etkilendikleri ve bilimsel bilginin değişebilir olmasından ziyade nihai şekilde doğrulanması üzerinde durdukları belirtilmiştir. Tutarlılık göstermeyen bu anlayışların ise epistemolojik kaynaklarının olabileceği üzerinde durulduğu görülmüştür. Ayrıca, yansıtıcı düşünmeye dayalı tartışmaların bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu ve bu tartışmaların doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi kapsamında ele alınması gerekliliği üzerinde durulduğu görülmüştür. Öğrencilerin çıkarımlara dayalı olma ve teori-yasa bileşenlerinde ciddi yetersizliğe sahip olduklarına değinildiği dikkat çekmiştir.

2.1.5. Üst biliş

Yoğun teorik ve deneysel alan yazının varlığına rağmen, kavramın üzerinde uzlaşılmış bir tanımı yoktur (Kauffman, Ge, Xie ve Chen 2008, Thomas, Anderson ve Nashon 2008, Elizabeth Young 2010). Uygulama alanları dikkate alındığında üst bilişin genele özgü bir beceri olduğu söylenebilir (Schraw 1998). Özellikle gelişimsel psikoloji alanında son yıllarda metabiliş, metahafıza, metaalgı ve metadil gibi "meta" ön eki alan kavramların araştırıldığı bilişsel-gelişimsel alan çalışmalarının sayıca artış gösterdiği görülmektedir (Papaleontiou Louca 2008). Kökenini bilişsel psikolojiden alan üst biliş kavramı onu ilk kez öne süren kişi tarafından düşünme etkinliğinin düzenlenmesi ve kontrol edilmesinde kullanılan stratejilere ve düşünme mekanizmalarına ilişkin bilgiler veya inanışlar olarak tanımlanmıştır (Flavell 1979). Bu kavramların bir bütün olarak ortaya çıkardığı üst biliş kişinin kendi düşünme süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri kontrol edebilmesi anlamında da kullanılır (Cross ve Paris 1988, Paris ve Winograd 1990, Schraw ve Moshman 1995, Martinez 2006). Aynı zamanda bu kavram genel olarak bireyin kendi biliş sistemi, yapısı ve çalışması hakkındaki bilgisi ve farkındalığıdır (Brown 1987, Metcalfe ve Shimamura 1994, Kuhn ve Dean 2004, Schraw, Crippen ve Hartley 2006). Farklı araştırmacılar tarafından ele alındığı şekliyle; yürütücü biliş, biliş bilgisi, biliş ötesi, üst biliş ve bilişsel farkındalık gibi farklı isimlerle de

anılmaktadır. Üst bilişi; bir biliş modeli (Nelson 1996), duyuşsal yönü olan etkinlik (Efklides 2006) olarak tanımlayan araştırmacılar da mevcuttur.

Flavell üst biliş kavramını ilk olarak 1971 yılında kendi bellek içeriğini depolama, arama, alma, yönetme ve izlemek için bireyin yeteneği açısından "metamemory" olarak tanımlamış ve üst bilişi kasıtlı, bilinçli, ileri görüşlü, amaçlı ve hedefe ulaşmaya yönelik bir özellik olarak ele almıştır. Flavell 1976 yılındaki makalesinde ise üst bilişi; "izleme" ve "düzenleme" olarak ifade etmiş ve "biliş" terimini ilk olarak burada kullanmıştır. Özetle, üst biliş en kısa tanımıyla kişinin kendi bilişsel süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri kontrol edebilmesi anlamına gelir. Üst biliş esasen bilişe ilişkin biliş veya düşünme hakkında düşünme anlamına gelir (Dunlosky, Serra ve Baker 2007). Moore (1982) ise üst bilişi "bir bireyin düşünmenin çeşitli yolları hakkındaki bilgisi" olarak tanımlar. Aynı zamanda üst biliş bireylerin kendi bilişsel etkinliklerini daha etkili kavramalar için kullandıkları ve düzenlemeler yaptıkları beceriler olarak da ele alınabilir (Gavelek ve Raphael 1985). Bilişe ilişkin biliş aynı zamanda ikinci dereceden bilişe karşılık gelir. Düşünmeye ilişkin düşünmeler, bilgi hakkındaki bilgi ve olaylara ilişkin yansıtmaları içerir. Eğer biliş alanı algılama, anlama, hatırlama ve diğer etkinlikleri içeriyorsa üst biliş de kişinin kendi algılama, anlama ve hatırlama gibi etkinlikleri hakkındaki düşünmelerini içerir. Bahsi geçen bilişe ilişkin biliş, metaalgı, metakavrama ve metahafıza gibi önekli sözcükler üst biliş şemsiye kavramı altında incelenebilir (Papaleontiou Louca 2008).

Üst biliş kavramı esasen üst düzey düşünme biçimlerinden biridir ve bu çok yönlü kavrama ilişkin birçok kavramsal çerçeve tanımlanmıştır (Zohar 2009). Üst biliş ilk kez Flavell (1976, s. 232) tarafından "*kişinin kendi bilişsel süreçleri ve ürünleri veya bunlarla ilişkili olan herhangi bir şeyi konu edinen bilgidir*" şeklinde tanımlanmıştır. Flavell ilk tanımından sonra 1976 ve 1979'daki üst bilişe ilişkin yeni bir kavramsal çerçeve öne sürmüştür. Yaklaşımında üst bilişi, üst bilişsel bilgi ve üst bilişsel deneyim olarak ayırmıştır. Aynı zamanda izleme, düzenleme ve bilişsel süreçlerin organizasyonu gibi bileşenleri ortaya attıştır. Mevcut alan yazını yeniden inceleyen Brown (1978) üst bilişe planlama, kontrol etme, izleme ve bilme gibi bileşenleri eklemiştir. Schoenfeld (1987) ise üst bilişi kavramsallaştırırken kişinin kendi düşünme süreçlerine ilişkin bilgisi, kontrolüne ilişkin bilgisi, özdenetimine ilişkin bilgisinin yanı sıra inanışlar ve önseziler gibi bileşenlere de değinmiştir. Flavell (1978) üst bilişi bilgi boyutunda ele alır ve bu bilgi

herhangi bir bilişsel etkinliğin herhangi bir boyutunu düzenleyen ve amacı olan bir yapıdadır.

Flavell (1979) üst bilişi, üst bilişsel bilgi ve üst bilişsel deneyim olarak sınıflandırmıştır. Üst bilişsel bilgi üç bileşene ayrılmaktadır:

1. Kişiler hakkında bilgi:

Kişilerin kendine ve diğerlerine ilişkin bilgilerinin, inançlarının hatta güçlü ve zayıf yönlerinin yer aldığı bileşendir. Bu bileşen aynı zamanda bireyin kendi performansını etkileyen faktörlere ilişkin bilgilerini de kapsar (Schraw vd. 2006).

2. Görevler hakkında bilgi

Kişinin bir bilişsel göreve ilişkin talepleri ve amaçları hakkındaki üst bilişsel bilgisidir. Bunun yanı sıra belirtilen görev esnasında hangi bilginin kullanılabilir olduğu, bu kullanılabilir bilgideki farklılaşmaların o görevin çıktılarını nasıl etkileyebileceğini ve dolayısıyla kullanılabilir bir bilgi üzerinden hedeflenen amacın gerçekleştirilmesi için nasıl bir bilişsel süreç yürütülmelidir gibi tartışmaları da içerir (Schraw vd. 2006, Elizabeth Young 2010).

3. Stratejiler hakkında bilgi

Belirli bir stratejinin neden ve ne zaman kullanılacağına ilişkin bilgilerdir. Belirli kazanımların edindirilmesi için oluşturulan öğrenme ortamlarının ve problem çözme durumlarının hangi stratejilerle en etkin şekilde yürütüleceği hakkındaki üst bilişsel bilgiye işaret eder (Schraw vd. 2006, Elizabeth Young 2010).

Jacobs ve Paris (1987) üst bilişsel bilgi bileşenini kendi içinde üç farklı bilgi türünde açıklamıştır. Bu bilgi türleri; bildirimsel bilgi, yordamsal bilgi ve duruma dayalı bilgiden oluşmaktadır. Araştırmacılar üst bilişe, bilişe ilişkin özdeğerlendirme yönünden yaklaşmışlardır. Bu yaklaşımın özü kişilerin belirli bir alan veya görevde ne bildiğini değerlendirmesidir. Sonraki süreçte bu yaklaşım Schraw ve Dennison (1994) ve Sperling, Howard, Staley ve DuBois (2002)'in çalışmalarıyla bilişe ilişkin bilgi halini almıştır.

Flavell'in kavramsal çerçevesinin ardından öne sürülen üst biliş bileşenleri Wilson ve Bai (2010)'nin kavramsallaştırmasıyla üç bileşen ışığında incelenmiştir:

1. Üst bilişsel farkındalık

2. Üst bilişsel değerlendirme

3. Üst bilişsel düzenleme

Bir başka kavramsal çerçevede O'Neil ve Abedi (1996) üst bilişi dört bileşen altında incelemiştir. Bu bileşenler şu şekildedir:

1. Planlama

2. Kendini izleme

3. Bilişsel stratejiler

4. Farkındalık

Öte yandan üst bilişe sosyo-psikolojik yönden yaklaşan Efklides (2006) ise üç bileşen üzerinde durmaktadır:

(1) Üst bilişsel beceri:

Bilinçli ve kasıtlı etkinliklere ilişkin olarak emek ve zaman tahsisine, etkinliğe ilişkin gerekliliklerin izlenmesine, planlanmasına, kontrolüne ve süreç sonunda elde edilen çıktıların değerlendirilmesine yönelik stratejilerin kullanımını içerir.

(2) Üst bilişsel bilgi:

Bilişe ilişkin olarak uzun dönemli hafızadan geri çağırılan bildirimsel bilgilerdir. Bu bilgi türü kişilerin dolaylı veya doğrudan fikirlerini, inanışlarını, teorilerini, amaçlarını, stratejilerini, dikkatini, bilgilerinin geçerliğini içerir.

(3) Üst bilişsel deneyim:

Üst bilişsel deneyimler hem bilişsel hem de duyuşsal unsurları aynı anda taşır. Bu deneyimler aşina olma, zorluk yaşama, bilme, güven duyma ve tatmin olma gibi duyguları içinde barındırır. Bu deneyimler aynı zamanda öğrenmeye, bilgi kaynaklarına, emek ve zaman tahsisine yönelik karar ve tahminleri de barındırır. Etkinliğe ilişkin bilgiler de bu bileşen kapsamında ele alınmaktadır.

Bahsi geçen kavramsal çerçeveler bütüncül bir şekilde incelendiğinde, çoğu bileşende belirtilen özelliklerin biliş ve üst biliş seviyesinde izleme, düzenleme ve kontrol gibi işlemlere ihtiyaç duyduğu çıkarımı yapılabilir. Bu nedenle üst biliş kavramının içerdiği tüm bileşenlerle birlikte öz düzenlemeli bir öğrenme sürecine işaret ettiği görülmektedir.

Öz düzenlemeli öğrenme öğrencinin öğrenme sürecine ilişkin hedefler koymasını ve bu hedeflere ulaşmasını destekler (Efklides 2011). Dolayısıyla öz düzenlemeli öğrenme öğrenenin öğrenme sürecindeki aracı rolüne vurgu yapar (Pintrich 2000). Üst biliş öz düzenlemeli öğrenmenin anahtar bileşenlerinden biridir (Boekaerts 1996). Öz

düzenleme davranışını sergileyen öğrenciler kendi öğrenme süreçlerine üst bilişsel süreçleri dikkate alarak aktif bir şekilde katılırlar (Zimmerman 1989). İzleme ve kontrol etme işlevleri yönünden öz düzenlemeli öğrenme ile üst biliş bir kesişim alanına sahiptir (Dinsmore, Alexander ve Loughlin 2008). Üst biliş, izleme işlevinden kaynaklanan bilginin üzerine inşa edilmiş olan ve bu yönüyle stratejilerin kullanımı yoluyla kontrol işlevine bilgi sağlayan bilişin temsili görüntüsüdür. Kontrol bileşeni çaba gerektirmesi yönünden aynı zamanda belirli bir motivasyon düzeyini gerektirir (Efklides 2011). Bu nedenle öğrencilerin hangi üst bilişsel stratejileri seçecekleri ve hangilerini kullanacakları önemlidir.

2.1.5.3. Üst bilişsel stratejiler

Üst bilişle yakından ilgili olan bir diğer kavram ise üst bilişsel öğrenmedir. Üst biliş ile öğrenme arasındaki ilişkinin tespit edilmesine yönelik araştırmaların Flavell (1979)'in çabalarıyla başladığı söylenebilir. Üst bilişsel öğrenme öğrenme sırasında etkin olarak öğrenmeyi izleme becerilerinden oluşur. Üst biliş sorgulama ve düşünme mekanizmasında önemli role sahiptir (Zohar 2006). Flavell (1979)'e göre öğrencinin öğrenmesi ve problem çözmesi kişiler, görevler ve stratejiler ile ilgili olan üst bilişsel bilgilerden etkilenir. Flavell (1979)'e göre üstbiliş; iletişim, okuduğunu anlama, dil öğrenme, sosyal biliş, dikkat, öz kontrol, bellek, öz öğretim, yazma, problem çözme alanlarında önemli rol oynar. Bir başka ifadeyle, üstbiliş kişinin kendini tanıması, amacını ve ihtiyaçlarını bilmesi, gerçekleştirmekte olduğu faaliyeti izlemesi, değerlendirmesiyle ilgili kendi farkındalığını bulmasıdır. Üst biliş becerilere sahip bir birey kendi biliş sistemi, yapısı ve çalışması hakkında bilgi sahibidir. Bu yüzden birey kendini tanıyarak öğrenme biçiminin ne olduğunu fark edip buna göre eğitim ve öğretim faaliyetlerini düzenleyebilir. Üst bilişsel öğrenmenin tam anlamıyla gerçekleşmesi için üstbiliş becerilerinin harekete geçirilmesi gerekmektedir. Üst bilişsel stratejilerin kullanımı arttıkça öğrencilerin bu stratejileri kullanma becerileri gelişir ve böylelikle öğrenciler öz güvenlerini artırarak daha bağımsız öğrenenlere dönüşme fırsatı bulur.

Birçok araştırma yeteri düzeyde farkındalık yaratılmadan kullanılan üst bilişsel stratejilerin öğrencilerin kendi kendine oluşturdukları stratejilerden daha az etkili ve daha az verimli olduğuna ilişkin bulgulara ulaşmıştır. Bunun asıl nedeni ise üst bilişin odak

noktasının başkaları tarafından yapılan düzenlemeyle değil bireyin kendisi tarafından yapılan öz düzenleme olmasıdır. Çünkü öz düzenleme kişinin kendi düşünce yapısı içinde kişisel içgörü sağlayarak bağımsız bir öğrenmeyi teşvik etmektedir. Bu yüzden öğrencilerin stratejilerini bağımsız olarak oluşturmaları, bu stratejilerini kullanmalarını teşvik eden ve öz sorgulamayı destekleyen bir öğretim tavsiye edilmektedir. Uygulama olmadan sadece bilgi sağlamak veya tam tersi bir durum üst bilişsel kontrolün gelişmesi için yeterli değildir. Üst bilişsel etkinlikler öğrenci hakkında hem belirli bir etki alanı yaratmakta hem de öğrencinin kendisi hakkındaki bilgisini içermektedir. Bu doğrultuda üst biliş için destekleyici bir sosyal ortam yaratılmalıdır (Lin 2001).

Öte yandan, üst biliş temelli öğrenme ortamlarının oluşturulabilmesi için bazı şartların yerine getirilmesi gereklidir. Thomas (2006) bu şartları şu şekilde belirtmektedir:

1. Üst bilişsel talepler
2. Öğrenci-öğrenci diyaloğu
3. Öğrenci-öğretmen diyaloğu
4. Öğretmen cesaretlendirmesi ve desteğinin sağlanması

Öğrencilerin yanı sıra öğretmenlerin bilgiyi bir anda özümsemeleri ve düşünme biçimlerini değiştirmeleri beklenemez. Yeni bir bilginin yapılandırılması öğretmenlerin önceki bilgilerini esas almalıdır. Bu nedenle mesleki alanda gelişim gösterebilmek için öğretmenlerin farklı öğrenme alanlarındaki ön bilgileri dikkate alınmalıdır (Zohar 2006). Öğretmenler üst biliş becerilerini destekleyici öğrenme ortamlarıyla veya üst bilişe dayalı derslerin yardımıyla öğrencilerine öğretebilirler. Üst biliş becerilerinin öğretimi üst bilişin ilave bilişsel taleplerinin olması, uygulama zorlukları, üst bilişin üstü kapalı yapısı ve yetersiz öğretmen hazırlığı gibi durumlar sebebiyle engellenebilir. Ancak yine de bazı programlar öğrencilerine üst bilişsel becerileri başarılı bir şekilde edindirmektedirler ve sonuç olarak da öğrencilerin sosyal üst biliş becerilerinin geliştirilmesinin daha çok öğrenmelerine ve daha iyi performanslar sunmalarına katkı sağladığı görülmektedir (Efklides 2006, Zohar 2006).

Daha önce de değinildiği üzere bu araştırmada bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı kullanılmıştır. Bağlam temelli öğrenme ile üst bilişsel strateji kullanımı uyumludur ve üst biliş stratejilerin kullanımı bilgilerin yeni bağlamlarda kullanımını kolaylaştırır (Kuhn ve Dean 2004). Bu nedenle üst bilişsel stratejilerin

kullanımı önemli görülmüş ve mevcut araştırma kapsamında üst bilişsel stratejiler olarak; okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları, KWL formları, zihin haritaları, üst biliş eylem planları, dramatizasyon ve posterler kullanılmıştır.

2.1.5.3.1. Okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları

Bu araştırma kapsamında kontrol ve deney gruplarında gerçekleştirilen uygulamalar sırasında güncel bilimsel olayları konu alan; kuzgunlar, ışığın gürültüsü, hamam böcekleri ve kütle çekim dalgaları isimli okuma parçaları kullanılmıştır. Bu okuma parçaları yoluyla katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin unsurları tespit etmeleri, bu yolla sınıf içi tartışmalara katılmaları ve görüşlerini diğer katılımcılarla paylaşmaları sağlanmıştır. Bilim felsefesi bağlamında ise çeşitli okuma parçaları yoluyla tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubundaki katılımcılardan farklı olarak deney grubunda yer alan katılımcılardan bu okuma parçalarını kendi bilim felsefecilerinin görüşleri üzerinden yorumlamaları istenmiştir. Bu sayede deney grubundaki katılımcıların üst bilişsel süreçlerinin harekete geçirilmesi sağlanmıştır.

2.1.5.3.2. Ne Biliyorum-Ne Öğrenmek İstiyorum-Ne Öğrendim formları

Aktif öğrenme sürecinde bir hayli kullanışlı olan, üst bilişsel özellikler taşıması bakımından da hedefe yönelik stratejilerden biri olan orijinal dilindeki ismiyle "*KWL: Know, Want to Know, Learned*" stratejisidir. Bu strateji ders içi etkinlikler sırasında bilgilerin veya becerilerin ortaya çıkarılmasını ve paylaşılmasını amaçlamaktadır. Öğrencilerin ne bildiklerini ve ne öğrendiklerini değerlendirmeleri ve bu sayede farkında olmaları üst bilişsel süreçlerinin harekete geçmesine yardımcı olur (Gregory ve Kuzmich 2007). Bu strateji Blakey ve Spence (1990b) tarafından öne sürülen ve üst bilişsel stratejileri geliştirme yollarından biri olan "Bildiğini ve Bilmediğini Ayırt Etme" stratejisi ile benzerlik göstermektedir. İki strateji de öğrencilerin herhangi bir konuya ilişkin ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasında bilinçli kararlar aldıklarını varsayar ve bu doğrultuda "konu hakkında ne biliyorum?" ve "neyi öğrenmeyi merak ediyorum? veya "ne öğrenmek istiyorum?" gibi sorulara yanıt arar. Böylece süreç içerisinde öğrenciler ön bilgilerindeki

olası yanlışlıkların farkına varma, bu yanlış bilgileri doğru olanlarıyla değiştirme ve etkinlikler sonrasında ne öğrendiklerini değerlendirme fırsatı bulurlar.

Uygulamaların ilk haftasından itibaren deney grubunda yer alan katılımcılar çalıştay kapsamında ele alınan etkinlikler sırasında bu formları kullanmışlardır. Dolayısıyla bu formlar yalnızca deney grubunda yer alan katılımcılara özgüdür. Bu formları kendi çalışma grupları içinde yer alan her bir katılımcı gibi tek başlarına doldurmuşlardır. Katılımcılardan ilk hafta gerçekleştirilen etkinliklerin başında KWL Stratejisinin ilk basamağı olan "Ne Biliyorum" kapsamında bilim, bilime ilişkin tanımlar, bilimin kapsamı, bilimsel faaliyet, bilimin sınırları ve benzeri genel geçer bilgilerle ilgili görüşlerini yazmaları istenmiştir. İkinci basamak olan "Ne Öğrenmek İstiyorum" kapsamında katılımcılardan ön bilgilerini dikkate almaları ve ders kapsamında gerçekleştirilecek olan etkinlikler sonucunda ne öğrenmeyi beklediklerini veya neyi öğrenmeyi merak ettiklerini yazmaları istenmiştir. Her bir katılımcı belirtilen iki basamağı da doldurduktan sonra etkinliklere geçilmiş ve etkinliklerin tamamlanmasıyla birlikte dersin sonunda üçüncü basamak olan "Ne Öğrendim" kapsamında öğrendiklerini ve buna bağlı görüşlerini formlara yazmaları istenmiştir.

Uygulamaların ikinci haftasından itibaren beşinci hafta da dahil olmak üzere içerikle ilişkilendirilmemiş bilimin doğası öğretimi kapsamında ele alınan ve jenerik etkinlikler diye tabir edilen uygulamalara geçilmiştir. Bu etkinliklerin gerçekleştirilmesi sürecinde de ilk haftaya benzer şekilde deney grubunda yer alan katılımcılardan her bir jenerik etkinlik ve onun devamında verilen bilimsel okuma parçaları sonrasında bu formların doldurulması istenmiştir.

Özetlemek gerekirse, deney grubunda yer alan katılımcıların üst bilişsel stratejilere dayalı bir öğretime dahil olmaları nedeniyle ilk beş hafta boyunca gerçekleştirilen etkinlikler "Ne Biliyorum-Ne Öğrenmek İstiyorum-Ne Öğrendim" Formları eşliğinde yürütülmüştür. Bu formlar ders içi etkinlikler ve genel sınıf tartışmaları süresince ortaya çıkan bilgilerin hatırlanmasında, tartışılmasında ve paylaşılmasında moderatör görevi görmüş ve etkinliklere ilişkin katılımcı yansımalarının kağıda dökülmesinde temel bir araç görevi görmüştür.

2.1.5.3.3. Zihin haritaları

Zihin haritaları Tony Buzan tarafından geliştirilmiştir. Not alma stratejilerinden biri olarak kabul edilen zihin haritaları bilginin kendine has bir şekilde organize edildiği ve ana kavrama ait olan ilişkilerin hiyerarşik bir şekilde ifade edildiği renkli, görsel grafiklerdir. Bu öğrenme stratejisi birçok farklı algının ortaya çıkarılmasında, bilginin organize edilmesinde, diğer bilgilerle bütünleştirilmesinde ve bilginin kalıcılığının sağlanmasında etkilidir. Zihin haritalarının kullanımı yapılandırmacı öğrenme kuramına yeni bilgileri önceki bilgilerle bütünleştirmeye imkan vermesi bakımından uygunluk göstermektedir (McDermott ve Clarke 1998). Zihin haritalarının belki de en önemli özelliği üst bilişsel düzeyde bir etkinlik olma özelliğine sahip olmalarıdır. Zihin haritaları aktif öğrenmeyi üst biliş düzeyinde tetikler ve bilginin organize edilmesi aşamasında farklılık yaratır (D'Antoni, Zipp ve Olson 2009, Davies 2011).

Zihin haritaları ders sonlarında deney grubunda yer alan katılımcılar tarafından çizilmiştir. Katılımcıların çizimler sırasında herhangi bir fiziksel engelle karşılaşmamaları için uygun ortam oluşturulmuştur. Çizimlerini yapmaları için katılımcılara resim kalemleri ve renkli boyalar verilmiştir. Katılımcıların çizimlerini süre sıkıntısı olmadan gerçekleştirebilmeleri için zihin haritalarının çizimi için ders sonlarında yeterli süre ayrılmıştır. Zihin haritalarının birtakım ölçütler kapsamında değerlendirileceği çizimler yapılmadan önce katılımcılara iletilmiştir. Zihin haritalarındaki derinliğin sağlanması amacıyla katılımcılara çizdikleri zihin haritalarının kavramlar arası bağlar, kavramlar arası çapraz bağlar, hiyerarşik düzen, verilen örneklerdeki çeşitlilik, kullanılan veya çizilen resimlerin renkli olması gibi ölçütler dikkate alınmıştır.

2.1.5.3.4. Üst biliş eylem planları

Öğretimin öncelikli hedeflerinden biri etkili olduğu bilinen öğretim yöntemleri aracılığıyla ulaşılabilecek en iyi öğrenmenin sağlanmasıdır. Bu hedefin sağlanmasında üst biliş önemli bir role sahiptir (Perfect ve Schwartz 2002). Üst biliş genel olarak üst bilişe ilişkin bilgi ve üst bilişin düzenlenmesi şeklinde kategorize edilmektedir. Üst biliş yoluyla yapılan öğretimin öğrenmenin sınırlarını zorladığına ve ulaşılabilecek en üst

düzey öğrenmeyi sağladığına değinilmektedir (Hartman 2001). Öğrencilerin kendi düşünme süreçlerini düzenlemeleri öğrenme süreçlerini etkilemektedir. Kendi düşünme süreçlerini yönlendiren ve düzenleyen öğrencilerin özdüzenleme becerilerinin yüksek olduğu ve bu becerilerin öğrenmenin kolaylaşması sürecinde etkili rol oynadığı söylenebilir (Ben David ve Orion 2013). Özdüzenlemeye dayalı öğrenme sırasında çeşitli üst bilişsel araçlara ihtiyaç duyulduğu söylenebilir. Üst biliş eylem planları bu araçlardan biridir. Mevcut araştırmada deney grubunda yer alan katılımcıların kullandığı üst biliş eylem planları geliştirme, izleme ve değerlendirme aşamalarını içermektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılar uygulamalar boyunca 2 kez bu eylem planını doldurmuştur. Bu eylem planının geliştirme aşamasında; ön bilgilerim etkinlikler sırasında bana fayda sağlıyor mu?, mevcut bilişsel düzeyimin ne yöne doğru gelişmesini istiyorum?, öncelikle ne yapmalıyım?, bu etkinlikleri niçin yapıyorum? ve etkinlikleri tamamlayabilmeme için ne kadar süreye ihtiyacım var? sorularına yanıt vermişlerdir. İzleme aşamasında ise; öğrenme sürecim nasıl gidiyor?, doğru yolda mıyım?, bundan sonra nasıl ilerlemeliyim?, hangi bilgileri hatırlamam bana yardımcı olur? gibi soruları yanıtlamıştır. Son aşama olan değerlendirmede ise katılımcılar; süreçte ne kadar başarılı oldum?, beklediğim öğrenme düzeyine ulaştım mı?, farklı şeyler yapabilir miydim? ve yeni öğrendiğim bilgi ve becerileri günlük hayattaki problemlere nasıl uygulayabilirim? gibi sorulara yanıt vermiştir. Üst biliş eylem planları katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının gelişim süreçlerini daha üst bir çerçeveden izleyebilmeleri ve değerlendirmelerini sağlamak ve bu doğrultuda yolunda gitmeyen durumları tespit edip gerekli önlemleri almalarının önünü açmak amacıyla kullanılmıştır.

2.1.5.3.5. Grup etkinliği: Dramatizasyon

Dramanın temelinde hayal gücü vardır. Drama öğrencilerin kendi hayal güçlerini, duygu ve düşüncelerini de kullanarak herhangi bir konuya uygun olarak başka bir karaktere büründükleri öğretim etkinlikleridir. Etkinlik esnasında öğrenciler hayal güçlerini kullanarak içinde bulundukları an ve mekânın ötesine giderek kendilerini başkalarının yerine koyup farklı bir durumda düşünürler. Öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri olayları tecrübe etmelerini sağlar (Costa 1984). Mevcut araştırma kapsamında deney grubunda yer alan katılımcıların bu etkinliklere katılmaları

sağlanmıştır. Buna ilişkin geniş bilgi araştırmanın uygulama süreci başlığı altında verilmiştir.

2.1.5.3.6. Dönem sonu grup ürünü, poster hazırlama: "Bilim felsefecilerini tanıyalım"

Mevcut araştırmada deney grubunda yer alan katılımcıların bir üst biliş stratejisi etkinliği olarak poster hazırlamaları istenmiştir. Bu posterler bu araştırma kapsamında katılımcıların sorumlu oldukları bilim felsefecileri hakkında hazırlanmıştır. Poster hazırlama sürecinde katılımcıların kendi bilim felsefecilerinin bilimsel etkinlikleri ile ilgili görüşlerini tanımaları, bu bilgilerin hangilerinin posterde yer almasına karar verdiklerini derinlemesine düşünmeleri ve bu yolla poster üzerinden yansıtmalar yapmaları beklenmiştir. Öğrenilen bilgilerin yansıtılabileceği varsayımından yola çıkılarak katılımcıların posterde yer verdikleri görüşleri daha iyi kavradıkları ve bu nedenle birçok görüş arasından bu görüşleri paylaştıkları varsayılmıştır. Bu doğrultuda her grup kendi posterini hazırlamak üzere Comte, Popper, Kuhn, Lakatos ve Feyerabend ile ilgili posterler hazırlanmıştır. Katılımcıların hazırladıkları posterler ekte verilmiştir.

2.1.5.4. Üst biliş ile ilgili araştırmalar

Üst bilişe ve bilimin doğasına ilişkin alan yazın incelendiğinde bu iki çok boyutlu kavrama ilişkin ortak çalışmaların sayıca çok az olduğu görülmektedir (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Baraz 2012). Bu nedenle doğrudan bu iki kavramı ele alan çalışmaların yanı sıra yalnızca üst bilişi ele alan ilişkili çalışmalara da yer verilmiştir. Bu çalışmalardan birinde Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) üst bilişsel strateji kullanımının öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişimine etkisini incelemiştir. Uygulamalar fen öğretimi dersinde gerçekleştirilmiştir. Her iki grupta da doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Deney grubundaki öğretmen adayları üç adet üst biliş stratejisini (kavram haritaları, örnek olaylar, akran görüş gelişimi takibi) kullanmışlardır. Veri toplama aracı olarak VNOS-C formu ve üst biliş farkındalık ölçeği kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının sayıca daha fazlasının bilimin doğası bileşenlerine ilişkin bilgili görüşlerinin arttığı görülmüştür.

Deney grubundaki öğretmen adaylarının üst bilişsel farkındalıklarındaki anlamlı artış, bu bileşenlere ilişkin nitel artışlara eşlik etmiştir. Bu sonuçları göz önünde bulunduran araştırmacılar, daha fazla üst bilişsel farkındalığa sahip olma ile bilgili bilimin doğası anlayışlarına sahip olma arasında bir ilişkinin varlığına işaret ettiği çıkarımını yapmışlardır.

Sungur ve Şenler (2009) lise öğrencilerinin üst biliş düzeyleri ile akademik başarıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çeşitli veri toplama araçlarının kullanıldığı çalışmanın sonunda öğrencilerin yordamsal bilgiden ziyade bildirimsel ve duruma dayalı bilgiye sahip oldukları görülmüştür. Araştırmacılar bu sonucu lise öğrencilerinin çeşitli stratejileri nasıl kullanacakları konusundaki farkındalıklarının düşük olduğu ve birkaç stratejiyi kullanmanın akademik başarı için yeterli olduğunu düşünen öğrencilerin farklı stratejileri kullanma konusunda pek de istekli olmayacakları şeklinde yorumlamışlardır. Üst bilişsel kontrol bileşeninde ise öğrencilerin çoğunlukla hata ayıklama stratejilerini kullandıkları görülmüştür.

Yürük, Beeth ve Andersen (2009) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, üst bilişe dayalı kavramsal öğretimin öğrencilerin kuvvet ve hareket kavramlarına ilişkin anlayışlarına etkisi incelenmiştir. Deney grubunda yer alan öğrenciler poster hazırlama, günlük tutma, kavram haritası çizme, grup tartışmaları gibi etkinliklere katılmışlardır. Kontrol grubunda ise kuvvet ve hareket kavramları öğretmen tarafından açıklanmış ve bununla birlikte laboratuvar deneyleri ve sunumlar gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, deney grubunda yer alan öğrencilerin diğerlerine göre üst bilişsel süreçlere daha aktif katılım sağladığı ve daha iyi kavramsal anlamalar geliştirdikleri görülmüştür. Bu iyileşmenin uygulamalardan 9 hafta sonra da devam ettiği görülmüştür.

Peters ve Kitsantas (2010) bilimin doğası öğretimini temel alan 162 sekizinci sınıf öğrencisiyle üst bilişsel stratejilerin etkisini araştıran bir çalışma gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin hem konu içerik bilgilerinin hem de bilimin doğası anlayışlarının geliştiği görülmüştür. Ayrıca, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin sorgulamaya dayalı süreçlerde otoriteye göre, üst bilişsel stratejileri kullanan öğrencilerin ise eldeki kanıtlara göre karar aldıkları görülmüştür.

Sandi Urena, Cooper ve Stevens (2011) tarafından gerçekleştirilen çalışmada iş birlikli uygulamaların üst bilişsel farkındalık ve üst biliş kullanımının üzerindeki etkisi sorgulanmıştır. Çalışmaya katılımcılarda üst bilişsel yansıtmalar yoluyla bilişsel

dengesizlik yaratılması ile başlanmıştır ve bu süreci akran etkileşimi takip etmiştir. Yarı deneysel yöntemle gerçekleştirilen çalışmada, üst biliş etkinlikleri envanteri ve etkileşimli çoklu medya isimli internet aracı kullanılmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular uyarınca, kontrol grubunda yer alan katılımcılarla karşılaştırıldığında, deney grubundaki katılımcıların üst bilişsel farkındalıklarının anlamlı bir şekilde arttığı, algoritma içermeyen zor kimyasal problemlerin çözümünde daha yüksek doğru çözüm oranı sayesinde daha başarılı oldukları görülmüştür. Araştırmacılar, üst bilişe ilişkin yansıtıcı araçların kullanıldığı işbirlikli çalışma gruplarının üst bilişsel becerilerin geliştirilmesinde faydalı olduğu sonucuna varmıştır.

Doğanay ve Öztürk (2011) karşılaştırmalı durum çalışması niteliğindeki çalışmasında, deneyimli ve deneyimsiz öğretmenlerin fen öğretimi sürecini üst bilişsel stratejilerin kullanımı açısından incelemiştir. Yapılandırılmamış gözlemler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilen veriler içerik analizi yoluyla incelenmiştir. Araştırma sonucunda deneyimli öğretmenlerin uygulamalar öncesinde, sırasında ve sonrasında üst bilişsel strateji kullanımına gittikleri ve planlama ile organize etme gibi stratejiler üzerinde yoğunlaştıkları görülmüştür.

Seraphin, Philippoff, Kaupp ve Vallin (2012) yaptıkları çalışmada üst bilişsel stratejilerin doğrudan öğretimini hedeflemiştir. İki yıllık mesleki eğitim programı şeklinde yürütülen uygulamalar sorgulamaya dayalı öğrenmeye dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 648 öğrenci ve onların öğretmenleri katılmıştır. Sorgulama temelli bilim öğretimi programı hem öğrenmeye hem de öğretime ilişkin döngülerden oluşmaktadır. Bu döngü içinde bilimsel içeriğin, bağlamın, muhakemenin ve pedagojinin harmanlanması amaçlanmıştır. Programın bir diğer amacı da öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri günlük hayatlarındaki gerçek yaşam durumlarına transfer edebilmelerinin sağlanmasıdır. Çalışmanın sonunda, üst bilişsel stratejilerin doğrudan öğretiminin her iki gruptaki katılımcıların gözlemlerinin, kararlarının ve düşünme süreçlerinin daha çok farkında olmalarını sağladığı görülmüştür. Üst bilişsel stratejilerin kullanımı öğretmenlerin daha fazla somut etkinlik yapmalarını ve bu etkinlikler sırasında yansıtmalar yapmalarını sağlamıştır. Araştırmacılar elde edilen bulguları da dikkate alarak belirli bir disipline ilişkin sorgulamaya eşlik eden üst bilişsel yansıtmaların bilimle ilgili düşüncelerin geliştirilmesinde potansiyel bir etkiye sahip olabileceği görüşünde birleşmiştir.

Baraz (2012) yüksek lisans tez çalışmasında üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla desteklenen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımını kullanarak fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeyi amaçlamıştır. Yarı deneysel yöntemle gerçekleştirilen çalışmada, veri toplama aracı olarak VNOS-C formunu ve üst biliş farkındalık ölçeğini kullanmıştır. Çalışmaya katılan 33 öğretmen adayı kontrol ve deney gruplarına ayrılmıştır ve her iki grupta da doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Buna ek olarak, deney grubunda üst biliş stratejileri kullanılmıştır. Akran görüş gelişimi takibi, kavram haritaları, yansıtıcı raporlar ve örnek olaylar üst bilişsel stratejiler olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişiminde etkili olduğu görülmüştür. Deney grubunda kullanılan üst biliş stratejilerinin deney grubundaki katılımcıların bilimin doğası anlayışlarını ve üst bilişsel farkındalıklarını daha çok artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Yerdelen Damar, Özdemir ve Ünal (2015) aday fizik öğretmenlerinin öğretim uygulamalarına ilişkin üst bilişsel bilgilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar analizleri kendilerinin geliştirmiş oldukları bir sınıflandırma yoluyla gerçekleştirmişlerdir. Çalışma sonunda, katılımcıların kendi konu alanı içerik bilgilerine yönelik üst bilişsel bilgilerinin yeterli olduğu, ancak öğretim yöntemlerine, öğrencilerin sahip oldukları ön bilgilere ve öğretim görevine ilişkin üst bilişsel bilgilerinin düşük olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, elde edilen bulgular ışığında üst bilişsel bilginin öğretim süreçlerinin anlaşılmasında faydalı bir bileşen olduğu görüşünü paylaşmıştır.

Saçkes ve Trundle (2016) çalışmasında metakavramsal farkındalığın okul öncesi öğretmen adaylarının kavramsal anlayışlarına ve bu kavramsal anlayışların kalıcılığına etkisini incelemiştir. Veriler ayın evreleri konusunda uygulama öncesi, sonrası ve kalıcılık testleri yoluyla toplanmıştır. Analizler sırasında öğretmen adayları gerileyen veya sabit kalan, sürekli gelişim gösteren ve gelişip dengeye ulaşan kategorileri çerçevesinde değerlendirilmiştir. Araştırma sonunda, son iki kategorideki öğretmen adaylarının metakavramsal farkındalıklarının ilk kategoride yer alan adaylara göre anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca metakavramsal farkındalığın kavramsal anlamaların kalıcılığından ziyade kavramsal anlamaların yeniden yapılandırılmasında etkili olduğuna ilişkin bulgulara ulaşılmıştır.

Wagaba, Treagust, Chandrasegaran ve Won (2016) tek grupla gerçekleştirdikleri yarı deneysel çalışmada, bir dizi uygulamanın öğrencilerin üst biliş becerilerinin geliştirilmesi ve akademik başarılarının artırılmasına etkisini incelemişlerdir. Üst biliş becerilerinin geliştirilmesi amacıyla altı haftalık süre içerisinde öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerinde odaklanmaları sağlanmış ve bu doğrultuda işbirlikli öğrenme etkinlikleri gerçekleştirilmiş, bilimsel okuma parçaları üzerinden öğrencilerin bilimsel okuma becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiş ve öğrencilere kavram haritaları çizdirilmiştir. Işık ünitesine yönelik iki aşamalı çoktan seçmeli bir testin yanı sıra üst bilişsel destek anketi ve üst bilişsel stratejiler anketi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ışık testinden elde edilen artışın anlamlı olduğu görülmüştür. Üst bilişsel destek anketinden elde edilen artışlar istatistiksel olarak anlamlı çıkarken, üst bilişsel stratejiler anketinden elde edilen artışlar anlamlı çıkmamıştır. Görüşmelerden elde edilen nitel bulgular incelendiğinde ise üst bilişsel stratejilere ilişkin algıların orta ve üst akademik başarı grubunda yer alan öğrencilerde olumlu yönde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, üst bilişsel stratejilerin kullanımı öğrencilerin doğru bildirimsel bilgiyi öne sürmeleri ve zaman zaman da yanıtlarını açıklarken kullandıkları yordamsal bilgiyi kullanamamalarına karşın, öğrencilerin ışık ünitesindeki akademik başarılarını artırmıştır.

Colthorpe, Sharifirad, Ainscough, Anderson ve Zimbardi (2017) biyomedikal bölümünde yer alan lisans öğrencilerinin öğrenmeye ilişkin öz farkındalıklarının artırılması için psikoloji dersini alan psikoterapi ve patoloji lisans öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmada, her iki grupta da metakavramsal uygulamalar kullanılmıştır. Öğrencilerin büyük bir kısmı metakavramsal öğrenme etkinliklerinin kendi öğrenmeleri üzerinde olumlu bir etki yarattığını belirtmiştir. Ayrıca, akademik başarıları yüksek olan öğrencilerin stratejilerini kolay kolay değiştirmedikleri, kullandıkları stratejilerin en etkili olduğunu düşündükleri görülmüştür. Ancak bu öğrencilerin öğrenme performanslarının uygulamalar süresince bir gelişim yönelimi içinde olmadığı görülmüştür. Planlama ve zaman yönetimini iyi yapan öğrencilerin ise öğrenme performansları yönünden gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Üst biliş kavramına yönelik olarak gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde üst bilişin bilimin doğası anlayışlarını (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Peters ve Kitsantas 2010, Baraz 2012), akademik başarıyı ve kalıcılığı (Yürük vd. 2009, Peters ve Kitsantas

2010, Wagaba vd. 2016, Colthorpe vd. 2017), üst bilişsel farkındalığı (Abd-El-Khalick ve Akerson, 2009, Sandi Urena vd. 2011, Baraz, 2012) ve yansıtıcı düşünmeyi (Seraphin vd. 2012) geliştirdiğine ilişkin kanıtların mevcut olduğu sonucuna varılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde sırasıyla araştırmanın modeline, evren ve örnekleme, bilimin doğası ve bilim tarihi dersine ilişkin bilgilere, veri toplama araçlarına, araştırmanın uygulama sürecine bu veri toplama araçlarıyla elde edilen verilerin analizine ve son olarak geçerlik ve güvenirlik ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Modeli

Araştırma modeli araştırmada ele alınan sorulara yanıt arayan bir araştırma planıdır. Araştırma modeli araştırma sorularına ilişkin nesnel ve geçerli cevapların bulunmasına ve iç geçerlikle ilgili sorunların azaltılmasına yarar (Balcı 2016). Bu araştırmada gerçek deneysel desenlerden biri olan öntest-sontest kontrol gruplu model kullanılmıştır. Seçkisiz desen olarak da bilinen bu modelin kullanılmasındaki amaç yöntembilimsel bakımdan bilimsel değeri en yüksek olan verileri sağlama ihtimalinin bulunmasıdır. Gerçek deneysel desenler uygulamalar sırasında birden çok gruba yer verir ve bu gruplarda yer alan katılımcılar seçkisiz atama yoluyla belirlenir. Böylelikle araştırmalar için gerekli en önemli özellik olan geçerlik konusunda birçok tehdit ortadan kaldırılmış ve varsayımlar sağlanmış olur. Bu araştırmada gerçek bir deneysel model için gerekli olan; bir veya daha fazla deney ve kontrol grubu, katılımcıların gruplara seçkisiz bir şekilde atanması, öntest ve sontest uygulamasının yapılması, deney grubundaki katılımcılara deneysel müdahale yapılması gibi modele ilişkin varsayımlar yerine getirilmiştir (Shadish, Cook ve Campbell, 2002, Cohen, Manion ve Morrison, 2004). Bu araştırmada üst bilişsel stratejilerin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişimine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu üst bilişsel stratejilere ilişkin öğretim araçları doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı kapsamında ele alınmıştır. Gücünü örneklemde yer alan katılımcıların seçkisiz bir şekilde gruplara atanabilmesine olanak vermesinden alan bu modelin kullanılması çeşitli varsayımların karşılanabilmesi durumunda mümkündür. Herhangi iki değişken arasındaki neden-sonuç ilişkisinin açıklanabilmesi için sonucun nedeni olarak gösterilen değişken ile bu değişken etkisinde değişim gösteren diğer değişken ilişkilendirilebilmeli, değişimin nedeni sonucundan önce gelmeli ve son olarak bahsi geçen bu ilişkinin karıştırıcı değişkenlerin

olası etkilerinden mümkün olduğunca arınık olmalıdır. Bu modelde genel olarak karşılaştırma yapma ve sonuçlara bu yoldan ulaşma imkânı veren iki grup yer alır. Bu gruplardan biri kontrol ve diğeri de deney grubu olarak adlandırılır. Kontrol grubu uygulamaları deney grubundaki uygulamalara kıyasla daha gelenekseldir. Deney grubunda ise genel olarak araştırmada ele alınan bağımlı değişkendeki değişimler üzerinde olası etkisi mevcut olan bir öğretim yaklaşımı, model ve buna benzer eğitsel aracılar kullanılır. Bu araştırmanın yöntemsel çerçevesinin kurgulanması aşamasında neden-sonuç ilişkilerini diğer deneysel ve deneysel olmayan araştırma modellerine göre nispeten daha iyi açıklaması, olası iç geçerlik tehditlerini daha kolay bertaraf ederek daha geçerli ve güvenilir veriler sağlaması bakımından ön test-son test kontrol gruplu tam deneysel modelin kullanılması kararlaştırılmıştır. Aşağıdaki çizelgede deneysel modelin uygulama süreci özetlenmiştir:

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan deneysel modele ilişkin uygulama süreci

Gruplar	Ön Test		Deneysel Desen	Son Test		Kalıcılık
Deney	BBDG	BDG	Bağlam Temelli Olmayan Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi	BBDG	BDG	BDG
			Bağlam Temelli Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi			
			Üst Bilişsel Stratejilere Dayalı Etkinlikler			
Kontrol	BBDG	BDG	Bağlam Temelli Olmayan Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi	BBDG	BDG	BDG
			Bağlam Temelli Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi			

*BBDG: Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği
*BDG: Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği

Bu araştırmada araştırma sürecindeki uygulamalara istinaden kullanılan bir dizi üst bilişsel stratejinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisi ve bu etki mevcutsa, benzer şekilde, bu anlayışların kalıcılığı üzerindeki etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında aşağıda verilen şu araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

1. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde kullanılan bağlam temelli yaklaşımın fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına olan etkisi nedir?
    a. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulamalar öncesindeki bilimin doğası anlayışları nedir?
    b. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasındaki bilimin doğası anlayışları nedir?
    c. Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığı nedir?
2. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde kullanılan üst bilişsel stratejilerin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına etkisi nedir?
    a. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulamalar öncesindeki bilimin doğası anlayışları nedir?
    b. Fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasındaki bilimin doğası anlayışları nedir?
    c. Fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığı nedir?

3.2. Evren ve Örneklem

Örneklem seçiminden önce hedef evren belirlenmiştir. Türkiye'deki tüm fen bilimleri öğretmen adaylarına ulaşmak ve tümüyle aynı anda tam deneysel bir araştırma gerçekleştirmek imkansız olduğundan Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Öğretmenliği Lisans Programında kayıtlı olan ve lisans öğreniminin üçüncü sınıfına devam eden fen bilimleri öğretmen adayları ulaşılabilir örneklem olarak seçilmiştir. Araştırmanın örneklemini oluşturan katılımcılar, 2015-2016 eğitim öğretim yılının bahar döneminde Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi dersini alan 65 fen bilimleri öğretmen adayıdır. Katılımcılar sosyoekonomik yönden orta sınıfta yer alan ailelere sahip olan, ağırlıklı olarak Adıyaman ve çevre illerden gelen fen bilimleri öğretmen adaylarından oluşmaktadır. Katılımcıların yaş aralığı 22 yaş medyan değeriyle, 19-32 yaş arasında değişmektedir. Uygulamaların planlandığı üçüncü sınıfta yer alan katılımcıların tamamı araştırmaya katılma konusunda gönüllü olmuştur. Uygulamalar öncesinde katılımcılar iki

gruba ayrılmıştır. 33 katılımcı kontrol, 32 katılımcı deney grubunda yer almıştır. Tüm katılımcılar istedikleri anda araştırmadan çıkabilecekleri ve kendilerine ait olan tüm veri toplama araçlarının yalnızca araştırmacıların gözetiminde incelenebileceği konusunda bilgilendirilmiştir.

Fen bilimleri öğretmenliği programı zorunlu ve seçmeli derslerden oluşan bir programdır. Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi ulusal öğretim programlarına uyumlu bir şekilde yürütülen derslerden biridir. Bu ders zorunlu olarak okutulan ve çerçevesi YÖK tarafından belirlenen öğretmen eğitimi programlarının genel hedef ve amaçlarına uygun bir şekilde yürütülmektedir. Uygulamalar öncesinde katılımcılar ilk iki sınıfta aynı zorunlu dersleri almışlardır. Bu nedenle katılımcıların programın içeriği bakımından benzer deneyimlere sahip oldukları varsayılmıştır. Örneklemde yer alan katılımcıların hiçbiri bu araştırmada yapılması planlanan uygulamalar öncesinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi almamıştır. Benzer şekilde katılımcılar bu araştırmanın bağlam yönünden tamamlayıcısı olan bilim felsefesi ve sosyobilimsel konular yönünden daha önce herhangi bir etkinliğe katılmamışlardır.

3.3. Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi

Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi gibi dersler yoluyla öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi yoluna sıkça başvurulmaktadır. Bu gibi dersler yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar en yüksek verimin elde edilmesi üzerine tasarlanmaktadır ancak verimi sınırlayan çeşitli etmenlerden de söz etmek gerekir. Bu etmenlerden ilki öğretim için ayrılan sürenin kısıtlı olmasıdır. Yoğun bilimsel içerik bilgisi üzerine odaklanan ve ders süresinin büyük bir bölümünün bu bilgilerin öğretilmesine harcandığı sınıf ortamlarında gerçekleştirilen uygulamalar bilimin doğası gibi diğer pek çok anlayışın edinilmesinde sınırlayıcı bir durum oluşturmaktadır. Bilimsel içerik bilgisine yoğunlaşan, öğrencilerin ilgi ve motivasyon süreçlerini dikkate almayan ve aktif öğrenmenin temel ilkelerini karşılayamayan derslerin öğretmen adaylarına istenen seviyede bilimsel içerik bilgisi kazandırdığı varsayımı da alan yazında rastlanan araştırma bulguları kapsamında günden güne güvenirliğini kaybetmeyi sürdürmektedir. Bu nedenle öğretmen adaylarının sahip oldukları bilimsel içerik bilgilerinin de bir sınırlayıcı olduğu kabul edilebilir. Dahası, öğretmen adayları günlük yaşamlarında bilimle ilgili olan

konularda derin düşünme ve sorgulama süreçlerine istenen seviyede katılamayabilirler. Günden güne daha da karmaşık bir hale gelen günlük yaşamda sorgulama, karar verme gibi çok boyutlu davranışlar daha kısıtlı sürede meydana gelmekte ve bu durum bilime ilişkin fikirlerin oluşturulmasında bir başka sınırlılık doğurmaktadır. Bununla birlikte, bu derslerde gerçekleştirilen uygulamaların pek çok defa etkili sonuçlara ulaştığı görülmüştür. Bilimin doğası anlayışlarının özellikle doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı aracılığıyla geliştiği görülmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman, 2004a). Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın etkinliği ise onun; öğretmen adaylarının bilimin doğasını ne seviyede önemli gördüğü, bilimin doğasını öğrenmenin faydalı olup olmadığına inanması ve bunun öğretim uygulamalarıyla gelecekte kendi öğretim uygulamalarında kullanıp kullanmayacağı gibi motivasyona dayalı değişkenlerle ilişkili olduğu da düşünülmektedir. Bir başka değişken ise bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi düşünülen grubun dünya görüşlerinin ne yönde olduğudur. Dualistik ve indirgemeci mantıksal muhakeme süreçlerini sıkça kullanan bireylerin bilimin doğası anlayışlarının daha zor geliştiği bilinmektedir. Son olarak, bilimin anlaşılmasında onun süreçlere dayalı yapısının anlaşılması son derece önemli bir durumdur. Bilimin süreç yönünün farkında olan bireylerin daha iyi bilimin doğası anlayışları geliştirdikleri görülmektedir. Bilişsel alanla sınırlandırılan bu görüşle birlikte bilimin sürece dayalı yapısının anlaşılmasında üst bilişsel stratejiler önemli bir kaynak durumundadır. Üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla öğretmen adayları kendi bilimsel bakış açılarının dışındaki fikirlere ilişkin farkındalık sağlar ve böylece kendi bilimin doğası anlayışlarının gelişimini düzenli bir şekilde izleme fırsatı bulurlar. Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) da bu duruma değinmiş ve üst bilişsel stratejilerin kullanımı ile bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesine odaklanmıştır. Mevcut araştırmada bu durum öğretmen adaylarının uygulamalar boyunca yalnızca bilimin doğasının incelenmesi yoluyla değil, aynı zamanda bilimin felsefesini yapmalarına imkan sağlanmasıyla karşılanmıştır. Beş ayrı bilim felsefecisinin bilime ilişkin görüşleriyle tanışan öğretmen adayları, gerçekleştirilen tartışmalar sırasında kendi dünya görüşleri dışında görüşlerin de var olduğunu deneyimlemişlerdir. Bu süreci dağınık ve rastgele yapmalarının önlenmesi için üst biliş eylem planları kullanılmış ve kendi öğrenme süreçlerinin nasıl ilerlediği konusunda yazılı geribildirimler vermeleri sağlanmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinin gerçekleştirildiği Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi, Eğitim Fakültelerinin

Fen Bilimleri Öğretmeni yetiştiren bölümlerinde haftalık üç saat olmak üzere 14 hafta boyunca verilen ve zorunlu olan bir derstir. Araştırmacı 2015-2016 Bahar Yarıyılı başlangıcında dersin yürütülmesi için gerekli olan izni Adıyaman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dekanlığı aracılığıyla sağlamıştır.

Gerekli iznin alınmasından sonraki süreçte ders içeriği ve kullanılması planlanan öğretim araçlarının hazırlanması üzerinde durulmuştur. Bu hazırlık sürecinde, ders kapsamında verilen teorik bilgilerin yanı sıra bu bilgilerin uygulama süreçlerinde kullanılabilir hale getirilmesi için çalışma grubunda yer alan katılımcılara fırsatlar sunulması yoluna gidilmiştir. Son yıllarda yapılan birçok çalışma göstermektedir ki bilimin doğası öğretiminde doğrudan çıktı sağlamayı hedefleyen ve bu hedefi öğretim sürecini yansıtıcı düşünme pedagojisini kullanarak gerçekleştiren doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının tarihsel yaklaşıma ve dolaylı yaklaşıma belirgin bir üstünlük kurmuş durumdadır. Bu yaklaşımla elde edilen bilimin doğası anlayışları daha ileri düzeydedir ve belirli bir oranda kalıcılık göstermektedir. Bununla birlikte, yalnızca doğrudan yansıtıcı yaklaşımın da tek başına kullanıldığında bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde yetersiz kalacağı ve bu yaklaşımın belirli bir öğretim bağlamı içerisinde daha etkili sonuçlar vereceğini savunan görüşlerin sayısı da azımsanamayacak düzeydedir. Bu nedenle bu ders kapsamında gerçekleştirilen etkinlikler ve uygulamalar boyunca, ilgili alan yazında geçtiği şekliyle, içerik-temelli, içerikle ilişkilendirilmiş veya bağlam-temelli bilimin doğası öğretimi esas alınmıştır. Araştırmanın uygulama süreci bu yaklaşım doğrultusunda temellendirilmiştir.

3.4. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada iki veri toplama aracı kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarından ilki nicel veri elde edilmesini sağlayan bir ölçektir. İkincisi ise açık uçlu sorular yoluyla nitel veri elde edilmesini amaçlamıştır. Bu bölümde bu araçlara ilişkin detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.4.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği

Bu çalışmada ön test ve son test olmak üzere kontrol ve deney gruplarında yer alan katılımcılara Özcan (2011) tarafından geliştirilen "Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği" uygulanmıştır. Özcan (2011) ölçeğin geliştirilmesi süreciyle ilgili olarak şu görüşleri paylaşmıştır: ölçek geliştirilirken psikometrik özellikler nedeniyle önce testin geçerlik ve güvenirliği kontrol edilmiştir. Kapsam geçerliği için üç uzman görüşü alınan ölçek için yapı geçerliğine bakılırken SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Soru havuzu oluşturma aşamasında önceki ölçeklerden yararlanılmıştır. Maddeler hazırlanırken dil yapısından kaynaklı sorunların en aza indirilmesi için olabildiğince sade bir dil kullanılmıştır. Testi dolduran katılımcıların yanlış yönlendirilmemesi adına olumlu ve olumsuz maddeler ölçeğin içine karışık bir şekilde dağıtılmıştır. İlk aşamada 49 maddeden oluşan ölçek uzman görüşü alındıktan sonra 7 maddesi çıkarılarak 42 maddeye düşürülmüş, 6 madde ise değiştirilmiştir. Ön uygulama sonrası geçerlik ve güvenirliği etkileyen 5 madde daha çıkarılarak ölçeğe son şekli verilmiştir.

Bahsi geçen ölçek 19'u ters madde olmak üzere 37 madde içeren, 7 boyuttan oluşan ve 5'li likert tipte olan bir ölçektir. Ölçekte yer alan boyutlar şu şekildedir:

- Boyut 1: Bilimsel Bilginin Değişimi
- Boyut 2: Gözlem ve Çıkarım
- Boyut 3: Bilimsel Yöntem
- Boyut 4: Yaratıcılık ve Hayal Gücü
- Boyut 5: Bilimin Temel Kabulleri ve Sınırları
- Boyut 6: Sosyokültürel Etki
- Boyut 7: Bilimsel Kanun ve Teoriler

Ölçeğin güvenirliği için Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayıları hesaplanmıştır. 1. boyut için 0,803, 2. boyut için 0,704, 3. boyut için 0,829, 4. boyut için 0,705, 5. boyut için 0,764, 6. boyut için 0,732, 7. boyut için 0,702 ve ölçeğin tamamı için ise 0,783 olarak bulunmuştur.

Ölçekte yer alan maddelerin boyutlara dağılımı Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği

Boyutlar	Maddeler
1. Boyut: Bilimsel Bilginin Değişimi	T1, 8, T15, T20, 23, T30
2. Boyut: Gözlem ve Çıkarım	2, T13, T21, 25
3. Boyut: Bilimsel Yöntem	T3, 19, 29, T32
4. Boyut: Yaratıcılık ve Hayal Gücü	4, T9, 17, T24, 37
5. Boyut: Bilimin Temel Kabulleri ve Sınırları	T5, 7, 16, T22, T26, T28, 34, 36
6. Boyut: Sosyokültürel Etki	6, T12, 18, T33
7. Boyut: Bilimsel Kanun ve Teoriler	10, T11, T14, 27, T31, 35

(T: ters olarak kodlanan maddeler)

3.4.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu

Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu, 10 açık uçlu sorudan oluşan ve esas olarak nitel veri elde etmek amacıyla sıkça kullanılan bir ölçüm aracıdır. Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen bu ölçme aracı bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği B formunun geliştirilmiş halidir. Ölçekte yer alan sorular Lederman Yedilisi olarak adlandırılan bilimin doğası bileşenlerine yönelik ifadeler içermektedir. Bu sorular ve bu sorulara karşılık gelen bilimin doğası bileşenleri birbirinden bağımsız bir yapıda olmaktan ziyade birbiriyle sıkıca ilişkilidir. Ölçeğin yapı geçerliği Bell (1999) tarafından bilim tarihi ve bilim felsefesi alanındaki uzmanların görüşlerinin karşılaştırılması yoluyla sağlanmıştır. Ölçekte yer alan bileşenler şu şekildedir:

- Bilimsel Bilginin Değişimi
- Gözlem ve Çıkarım
- Bilimsel Yöntem
- Yaratıcılık ve Hayal Gücü

- Bilimin Temel Kabulleri ve Sınırları
- Sosyokültürel Etki
- Bilimsel Kanun ve Teoriler

Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği Formu'nda yer alan boyutlarla ilişkili olan soruların dağılımı Çizelge 3.3'de verilmiştir:

Çizelge 3.3. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan soru maddeleri

Bilimin Doğası Bileşenleri	**Soru Maddeleri**
Bilimsel bilginin değişebilir olması	1,4,5
Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması	1,2,3
Bilimsel bilginin teori kökenli olması	4,8
Bilimsel bilginin kısmen hayal gücü ve yaratıcılığın ürünü olması	6,7,10
Bilimsel bilginin sosyo-kültürel ortamda üretilmesi	9
Teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması	5
Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması	6,7

3.5. Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırma boyunca gerçekleştirilen uygulamalar Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi Dersi kapsamında yürütülmüştür. Bu ders fen bilimleri öğretmen adaylarının üçüncü sınıfın bahar döneminde aldıkları ve haftada 3 saat olarak gerçekleştirilen zorunlu bir derstir. Bu dersin önemi bu dersi alan fen bilimleri öğretmen adaylarının lisans programının önceki iki yılında bu dersin içeriğine yakın veya benzer bir dersin olmamasından gelmektedir. Yani öğretmen adayları bu derse katılmadan önce bilimin doğası ve bilim felsefesi içeren herhangi bir ders almamışlardır. Uygulamaların tamamı

araştırmacının rehber ve yürütücü rolünde olduğu ders kapsamında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı bir dönem boyunca gerçekleşen uygulamalar sırasında etkinliklerin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesinde, uygulamalar sırasında kullanılacak olan ders materyallerinin hazırlanmasında, düzenlenmesinde ve öğretimle bütünleştirilmesinde etkin bir rol oynamıştır.

Uygulamalar başlamadan önce 65 öğretmen adayı seçkisiz olarak kontrol ve deney gruplarına atanmıştır. Bu atamanın rastlantısal ve olasılık temelli bir şekilde yapılmış olması araştırmanın tam deneysel modele uygun bir şekilde yürütülmesine imkan vermiştir. Bu atamanın ardından kontrol grubunda 33, deney grubunda 32 katılımcı yer almıştır. Her iki grupta yer alan katılımcılar 8 hafta süren doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimine katılmışlardır. Her iki grupta yer alan katılımcılar bilimin doğası bileşenleri hakkında yansıtmalar yapma konusunda teşvik edilmiştir. Bu araştırmada doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı hem bağlam temelli hem de bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının kullanımıyla gerçekleştirilmiştir. Bağlam temelli olmayan etkinliklerin amacı katılımcıların bilimin doğasına ilişkin bileşenleri tanımaları iken bağlam temelli etkinliklerin amacı ise bilimin doğası bileşenlerinde yer alan kavramların içselleştirilmesi için fırsatlar sunmaktır. Uygulama sürecinin ilk beş haftasında bağlam temelli olmayan etkinlikler yani jenerik etkinlikler kullanılmıştır. Altıncı ve yedinci haftalarda ise sırasıyla "İnsan Klonlama" ve "Sürücüsüz Araç" başlıklarıyla verilen sosyobilimsel konular üzerinden, ilk beş haftada edinilen bilimin doğası anlayışlarının doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde etkili olan bir başka bağlam olan sosyobilimsel konulara aktarılması ve bu yolla bilimin doğası anlayışlarının pekiştirilmesi amacıyla ders içi tartışmaların yapılması sağlanmıştır. Araştırma tüm sürece yayılmış bir şekilde, kapsayıcı bir uygulama biçimi olarak, sosyobilimsel konuların yanı sıra bilim felsefesi ile yürütülen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ile ikinci bir bağlam temeline oturtulmuştur. Bilim felsefesi temelinde gerçekleştirilen etkinlikler hem teorik hem de uygulamaya dayalı yönleri içermektedir. Bilim felsefesi, adından da anlaşılacağı üzere, bilime ilişkin felsefe yapılmasını gerektirmesi bakımından teorik yönü ağır basan bir düşünme etkinliğidir. Bununla birlikte, bilim felsefesinin salt düşünme etkinliği olarak kalmasının önlenmesi için içinde kendiliğinden üst bilişsel süreçler içeren stratejilerin kullanımıyla uygulamaya dökülmesi sağlanmıştır. Abd-El-Khalick (2005) bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirdiği

doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımıyla fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye çalışmıştır. Araştırmacı, fen bilimleri öğretmenlerini yetiştiren fakülte programlarında yer alan derslerin yoğun içeriği yüzünden ders süresinin istenen sayıda ve çeşitte etkinliği gerçekleştirmeye uygun olmadığını ve özellikle bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi için derslerin farklı disiplinlerden ders dışı etkinliklerle desteklenmesi gerektiğine vurgu yapmaktadır. Araştırmacıya göre, bunun en etkili yollarından biri de bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerdir. İlgili alan yazında bu görüşü doğrulayan çalışmalar mevcuttur (O'Brian ve Korth 1991, Matthews 1994).

Çizelge 3.4. Bilimin doğası bağlamında kullanılan bilim felsefesi konuları ve ilişkili okuma parçaları

Konular	**Okuma parçaları**
Doğrulamacılık, Tümevarımın İmkansızlığı, Yanlışlamacılık	Boyle Yasası (Harre 1983)
Bilimsel Yöntem, Bilimsellik Ölçütleri	Bilimsel Yöntemin Kökeni ve Niteliği. (Russell 1949)
Bilimde Nedensellik İlişkisi	Bilimde Nedensellik İlişkisi (Reichenbach 1951)
İleri Düzeyde Yanlışlamacılık	Sofistike Yanlışlamacılık (Lakatos 1993)
Yöntemsel Çoğulculuk	(Feyerabend 1993)
Mantıksal Pozitivizm	
Klasik Fizik Modern Fizik Tartışmaları	
Bilim ve Sözde Bilim	N-Rays (Nye 1980)

Kontrol grubunda gerçekleştirilen bilim felsefesi temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi kapsamında, olabildiğince üst bilişsel yönü olmayan veya çok

sınırlı olan etkinliklere yer verilirken, deney grubunda bilim felsefesi temeli dikkate alınarak gerçekleştirilen dramatizasyon ve poster hazırlama etkinliklerinin üst bilişsel yönünün ağır basması öncelikli olarak dikkate alınmıştır. Bilim felsefesi bağlamının teorik yönünü karşılamak için ders dışı oturumlarda gerçekleştirilen bilim felsefesi temelli etkinlikler Çizelge 3.4'de verilmiştir.

Bilim felsefesi bağlamında kullanılan okuma parçalarının ilkinde doğrulamacılık ve yanlışlamacılık ölçütleri üzerine tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu tartışmalar Boyle Yasası (Harre 1983) isimli okuma parçasının genişletilmiş halinin okunması ve buna ilişkin yansıtmalarla sürdürülmüştür. Okuma parçası genel olarak Boyle Yasası ile İdeal Gaz Yasası arasındaki ilişkinin ortaya konulmasını hedeflemiştir. Bu etkinliğin amacı katılımcıların bilimsel bir yasanın basınç, hacim ve sıcaklığa ilişkin göreli tahminlerinin o yasanın sahip olduğu varsayımları karşılayıp karşılamadığına göre doğruluğunun değişebileceğini anlamalarıdır (Lederman ve Gess Newsome 1992). Katılımcıların mantıkçı pozitivistlerin bakış açısından doğrulamacılığı incelemeleri ve buna bir alternatif olarak ortaya çıkan ve Popper tarafından ortaya atılan yanlışlamacılığı anlamaları hedeflenmiştir. Bilimin yalnızca doğrulama yoluyla değil aynı zamanda bilimsel olmayanların ayıklanması yoluyla da gelişebileceği vurgusu yapılmıştır. Yanlışlamacılıkla ilgili iyi bilinen beyaz kuğu benzetmesi örnek verilmiştir ve bunun üzerine tümevarımın imkansızlığına değinilmiştir. Okuma parçasının içeriği genel olarak şöyledir: İdeal gaz denklemi veya ideal gaz yasası Boyle, Charles, Gay-Lussac ve Avagadro yasalarının bir sentezidir ve Bernouilli bu nedenle kinetik moleküler teorinin öncüsü kabul edilir. Bilimsel alandaki diğer yasalar gibi ideal gaz yasası da bazı varsayımlara sahiptir. İlki, gaz molekülleri arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı varsayımıdır. Ancak, kolay sıvılaştırılabilen gazların molekülleri arasındaki etkileşimler daha sıktır. Bu gazlarda yasanın tahmin ettiğinin aksine basınç arttıkça hacim daha çok azalır. İkincisi, ideal gaz yasası gaz molekülleri arasındaki uzaklığın kendi çap uzunluğuna göre oldukça geniş olduğunu varsaymaktadır. Ancak, yüksek basınçta gaz molekülleri bir araya kümelenir ve hacmin çok önemli bir kısmını işgal eder. Bu nedenle daha sonraki ek basınç artışları beklenen hacim artışını sağlamaz çünkü bazı gaz molekülleri birbirine çok yakındır ve yan yana gelebilmeleri için daha fazla kuvvete tepki vermezler. Bu nedenle P.V eşitliğinin sabit olmadığı basınç artışıyla birlikte çarpımın eşitliğinin sabit olmadığı basınç artışıyla birlikte çarpımın eşitliğinin sabit değerinin

arttığı görülür. Bu nedenle ideal gaz yasasının tahminleri gazların kritik sıcaklığın üzerinde olduğu durumlarda en doğru sonuçları verdiği görülür. Kritik sıcaklık gazın sıvılaştırılamadığı, basıncın oldukça yüksek olduğu üst sıcaklık değeridir.

İkinci okuma parçası mantıksal pozitivizmle ilgilidir. Bilgi edinme sürecinde doğru ve güvenilir bilginin nasıl elde edilebileceğine ilişkin ölçütünü doğrulama olarak seçen mantıksal pozitivizm sadece olguları ve mantığı temel alan bir görüştür. Akılcılık ve deneycilik arasından deneycilik lehine görüşlere sahiptir. Amacı tüm disiplinleri bir arada barındıran bir evrensel bilime ulaşmaktır. Bunu mantıksal çözümleme ile sağlayacaklarını iddia etmektedirler. Bilimselliğin ve anlamlılığın tespiti için ölçüt geliştirme yoluna gitmişlerdir. Bilim olan ile bilim olmayan arasındaki sınırı olgulara dayanma ve bu olgular arasındaki ilişkiler hakkındaki mantıksal çıkarımlara dayalı olma olarak belirlemişlerdir. Özellikle yeni pozitivistler bu görüşe katkı sağlamışlardır. Böylece olgulara dayalı olmayan tüm durumların ayıklaması gerektiği fikri yaygınlaşmıştır. Metafizik ögeler olgusal temel taşımadıkları için gözlemsel ifadelere açık değildir. Dolayısıyla teorik dünyaya ilişkin şekilde ifade edilemezler. Bu duruşu metafizik öğelerin temsil ettikleri nesnelerle karşılaşım (tekabüliyet) sağlayamayacaklarını gösterir. Bu konu kapsamında katılımcılardan beklenen doğru ve güvenilir bilgi edinmede anlamlılık ve bilimsellik ölçütlerinin neler olabileceğini, mantıksal pozitivizmin yalnızca olgulara ilişkin dünyayı anlamlı olarak gördüğü ve ona ilişkin teorik önermeler üretmeye çalıştığını ve metafizik öğelerden tamamen arındırılmış saf ve kapsamlı bir bilimi oluşturmaya çalıştığını anlamaları ve buna ilişkin tartışmalara aktif bir şekilde katılmalarıdır. Bu tartışmalar mantıkçı pozitivistlerin ve August Comte'un fikirlerinin farklılaştığı noktaların anlaşılması için Comte'nin görüşlerini işleyen ve araştırmacı tarafından oluşturulan okuma parçasının okunması ve buna ilişkin yansıtmaların yapılmasıyla sürdürülmüştür (Demir 2014).

Üçüncü konu bilimsel yöntem ve bilimsellik ölçütlerine ilişkin anlayışların geliştirilmesine yöneliktir. Bilimsel yöntem evreni betimleme yollarını içeren bulgulara yönelik olduğu kadar bir yanıyla da tanımlayıcı bir açıklama üretme sürecidir (Özlem 2016). İlk zihinsel işlemler olguya gitme yollarından olan gözlem ve deneyle başlar. Toplanan veriler olguların tümünü ilgilendiren genel kural veya düzenliliklere ilişkin ön bilgiler sağlar. Bu kurallardan türeyen teorik genellemeler arasında olan hipotezler yoluyla bilimsel açıklamalar yapmaya çalışılır. Bir başka ifadeyle, bilimsel bir açıklama

olgulara dayalı hipotezler üzerinden yapılan tanımlamadır. Öte yandan, katılımcıların doğrulama bağlamının yanı sıra buluş bağlamını da tanımaları ve bilimsel yöntemin olgusal dünyaya ve kavramsal dünyaya göre farklı çıkarımlarda bulunduğunu anlamalarıdır. Olgusal dünyaya ilişkin gözlem ve deneyler yoluyla kavramsal dünyada buluş bağlamında hipotezlerin ve teorilerin kurulduğunu ve bu yolla üretilen genellemelerin denetlenmeye açık olduğunu kavramaları amaçlanmıştır. Bu tartışmalar Bilimsel Yöntemin Kökeni ve Niteliği isimli okuma parçasıyla sürdürülmüştür.

Dördüncü konu nedensellik ilişkisini ele almaktadır. Russell'ın aksine çoğu bilim felsefecisi nedensellik ilkesinin bilimin ileri aşamalarında da geçerli olduğunu savunmaktadır. Bilimin nedenselliğini kaybettiğini savunan araştırmacılar bile argümanlarını nedensel ifadelere yer vererek açıklamaya çalışmaktadır. Burada Boyle Yasasına başvurulmuştur. Boyle Yasası hatırlanacağı üzere sabit sıcaklık altında bir gazın hacminin üzerine uygulanan basınçla ters orantılı olduğunu anlatır. Bu yasada basınç veya hacimden biri neden diğeri ise sonuç olarak görülebilir. Bunu hangi değişkenin bağımsız olarak alındığı belirler. Bir ilişkinin nedenselliği, deney bağlamında düşünüldüğünde, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin tespitiyle belirlenir. Tartışmalar bu görüşler üzerinden yürütülmüştür. Katılımcılardan beklenen tartışmalar sırasında bu görüşler hakkında yansıtmalar yapmalarıdır. Tartışmalar Reichenbach (1951)'ın okuma parçasıyla sürdürülmüştür.

Beşinci konu ileri düzeyde yanlışlamacılıkla ilgilidir. Bu görüş Lakatos (1993)'a aittir. Lakatos Popper'in yanlışlamacılığını ve Kuhn'un görüşlerini sentezleme yoluna gitmiş ve bilimsel araştırma programları metodolojisini ortaya atmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere, Lakatos Popper'in öne sürdüğü yanlışlanabilirlik ölçütünü bilim-sözde bilim ayrımında yeterli bulmaz. Lakatos dogmatik yanlışlamacılığı eleştirmektedir. Ona göre hiçbir gözlem teorilerden bağımsız değildir. Bu nedenle gözleme dayalı önermelerle teorik genellemeler arasında doğal bir sınırlama ölçütünün olduğu söylenemez. Benzer şekilde hiçbir olguya dayalı önerme deney yoluyla sonsuza dek geçerli olacak şekilde ispatlanamaz. Buradaki en önemli husus önermelerin olgulardan değil, yine kendi gibi önermelerden çıkarsandığının anlaşılmasıdır. İleri düzey yanlışlamacılık ise teorilerin ancak artan sayıda kanıtla desteklendiğinde bilimselliği sağlayabileceği gibi yeni bir ölçüt koymuştur (Lakatos 1978). Katılımcıların bu görüşleri tartışmaları sağlanmıştır. Bu

konuya eşlik eden okuma parçası bu görüşleri içeren bir yapıdadır ve tartışmalar bu okuma parçası üzerinden sürdürülmüştür.

Altıncı konu Feyerabend'in yöntemsel çoğulculuk görüşünü incelemektedir. Genel olarak modern dünyada hüküm süren aklı eleştirmektedir. Bu aklın batı değerlerini yansıttığını ve dünyanın diğer bölgelerindeki bilimsel etkinliklere yaşam alanı tanımadığını savunmaktadır. Bu aklın önerdiği ve sabitleştirdiği yöntemlerin aynı anda bilimsel alanlara hizmet edebileceğini öne sürmektedir. Kültürel çeşitlilikten, toplumsal ve bilimsel alanda özgürleşmekten bahsetmektedir. Batılı anlamda nesnelleşme çabasının kendini meşrulaştırmaya hizmet etmek anlamına geldiği üzerinde durmaktadır. Teorilerin nesnel bir şekilde çürütülemeyeceği fikrinden yola çıkarak Popper'ı eleştirmektedir. Çoğalma ilkesi gereği bilimsel alanda alternatif görüşlerin birbiriyle rekabet edebilmesi için özgür bir ortamın sağlanmasının önemi üzerinde sıkça durmaktadır. Bu konuda katılımcıların bu görüşler üzerine düşünmeleri ve tartışmaları sağlanmıştır.

Yedinci konu klasik fizik ile modern fizik arasındaki farkların incelenmesini içermektedir. Klasik fizik kapsamında Newton'un, modern fizik kapsamında ise Einstein'in görüşleri dikkate alınmıştır. Katılımcıların klasik fizikten modern fiziğe nasıl geçildiğini ve bu teorik altyapıların birbirinden izler taşıdığını anlamalarına çalışılmıştır. Bu konuda katılımcılardan yansıtmalar yapmaları istenmiştir. Bu tartışmalar ders içinde kullanılan "Einstein'ın büyük fikri, $E=mc^2$" videosuyla desteklenmiştir.

N ışınları örnek olayı; bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, çıkarımlara dayalı olması, sosyokültürel etkiye açık olması, hayal gücü ve yaratıcılığa dayalı olması, bilimsel bilginin değişebilir olması ve son olarak bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenlerinin anlaşılmasını sağlayabilecek jenerik bir etkinliktir. Bu etkinlik bilim tarihi/felsefesi bağlamında sıkça kullanılan kapsamlı bir etkinliktir (Wahbeh 2009). Bu örnek olayda 1900'lü yılların başında yaşanan bir olay anlatılmaktadır. O dönemlerde Fransız bilim insanları güçlü bir şekilde N ışınlarının varlığına inanmaktadır. Yalnızca 1904 yılında bile N ışınları ile ilgili 100'ün üzerinde bilimsel makale mevcuttur. Bu kadar şöhretli olmasına rağmen o dönemlerde N ışınlarına ilişkin herhangi bir kanıt mevcut değildir. Hatta bu ışınların hayal ürünü olduğunu söyleyenler bile vardır. Bazı araştırmacılar N ışınları olarak adlandırılan ışınların mat renkli bir nesnenin ne kadar parladığını tahmin etmek kadar belirsiz bir şey olduğunu düşünmektedir. N ışınlarını savunan ve ellerinde kanıt olmayan Fransız bilim insanları bunun farkında olmalarına

rağmen N ışınlarının bir hayal ürünü olduğunu kabul etmek istememişlerdir. Bunun sebebi ise Fransızların Almanlara duyduğu ezeli milli karşı duruştur. O dönemler ünlü Fransız bilim insanlarının Almanlardan dert yandığı yıllardır. Bu nedenle N ışınları tartışması kısa sürede bir milli mesele haline gelmiş ve iki ülkeyi karşı karşıya getirmiştir.

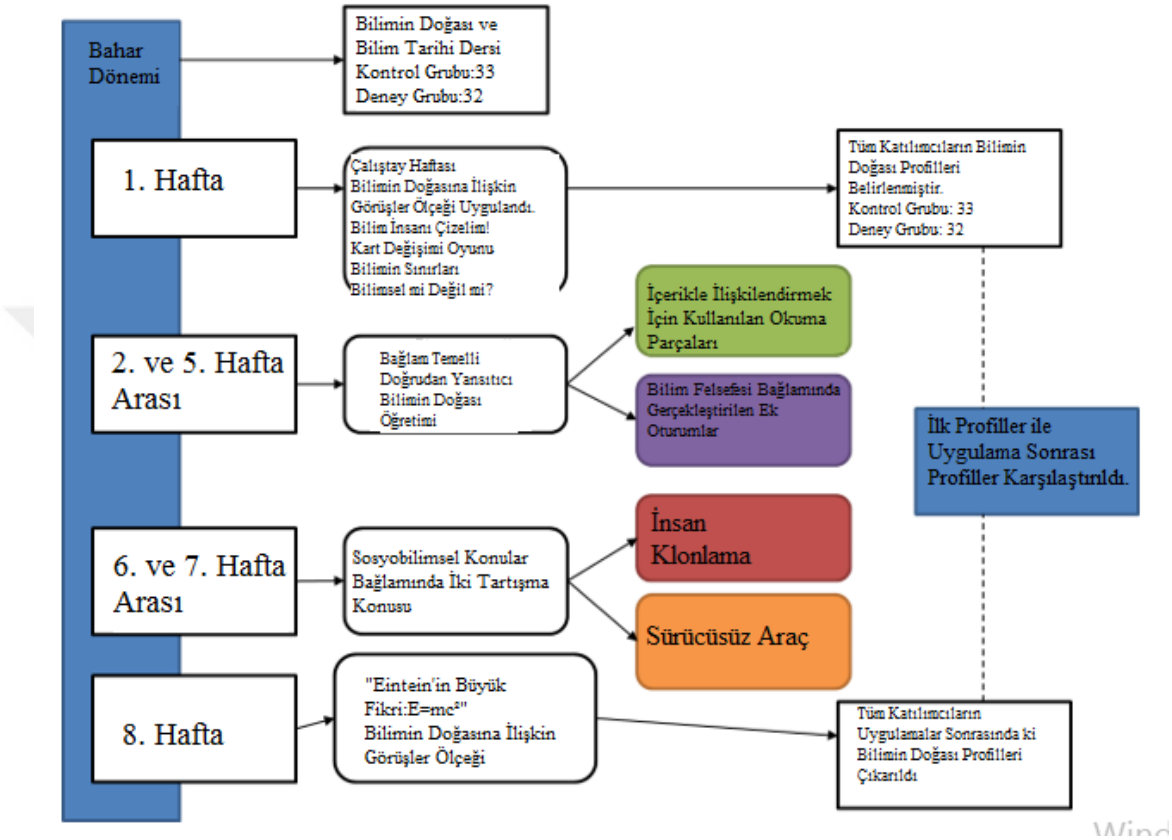
İlk ve son haftalar hariç olmak üzere, deney grubunda yer alan katılımcılar bireysel ve grup çalışmaları sırasında katıldıkları etkinliklere ilişkin bilimin doğasında yer alan yedi bileşen hakkında tartışmaları esnasında yansıtıcı dönütler sağlayarak bunları yazıya dökmüş, "ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim" tablolarını doldurmuştur. İlk beş haftada güncel bilimsel okuma parçaları aracılığıyla, bağlam temelli olmayan jenerik etkinlikler desteklenmiştir. Katılımcılardan bu güncel okuma parçalarına ilişkin ders esnasında ve sonunda yansıtıcı raporlar yazmaları istenmiştir. İçerikle ilişkilendirilmemiş bilimin doğası etkinlikleri incelendiğinde, uygulamaların ikinci haftasında "Yeni Toplum", üçüncü haftasında "Tangram", dördüncü haftasında "Mars'ta Hayat Var Mı?" ve beşinci haftasında ise "Küp" jenerik etkinlikleri bireysel ve grup etkinlikleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde, bu jenerik etkinlikler ikinci haftada "Kuzgunlar", üçüncü haftada "Işığın Gürültüsü", dördüncü haftada "Hamam Böcekleri" ve beşinci haftada ise "Kütle Çekim Dalgaları" okuma parçaları ile desteklenmiştir.

Kontrol grubunda ve deney grubunda yer alan katılımcılar tabloda verildiği şekliyle içerikle ilişkilendirilmemiş bilimin doğası öğretimiyle derse devam etmişlerdir. Kontrol ve deney grubundaki uygulamaların farklılaştığı noktalar şu şekilde özetlenebilir; sosyobilimsel konular yardımıyla bağlam oluşturulması her iki grupta da gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra bilim felsefesi ile ilgili temel kavramlar düzeyinde kontrol grubunda, deney grubunda ise daha ileri bir düzeyde bilim felsefesi yoluyla araştırma kapsamında kullanılan sosyobilimsel konulara benzer şekilde bağlam sağlanmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar jenerik etkinlikler ve okuma parçalarına ilişkin ders içi tartışmalar ve soru-cevap etkinlikleriyle yetinirken, deney grubunda yer alan katılımcılar tüm bu görevlerin yanı sıra okuma parçaları ile ilgili bilimin doğası boyutları hakkında yazılı yansıtmalar yapmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan katılımcılar uygulama haftaları süresince, mevcut görevlere ek olarak, her hafta iki saat olmak üzere araştırmacının ders saatleri dışındaki bir saat diliminde yürüttüğü bilim felsefesi tartışma oturumlarına katılmışlardır. Bahsi geçen oturumlar

yalnızca uygulama öncesi dönemde Popper, Feyerabend, Kuhn, Lakatos ve Comte gibi bilim felsefecilerini çalışmak üzere rastgele bilim felsefecileri gruplarına atanan katılımcılarla gerçekleştirilmiştir. Bu oturumlar uygulamalar esnasında verilen bilimin doğası bileşenlerinin bilim felsefesinin ilkeleri yönünden irdelenmesi ve bu şekilde daha derin ve kapsamlı anlayışların kazandırılmasını amaçlamaktadır. Bu oturumlar sonunda deney grubunda yer alan katılımcılardan dönem sonu projesi olarak "Bilim Felsefecilerini Tanıyalım" isimli posterlerini grup ürünü olarak oluşturmaları istenmiştir. Bu uygulamadaki temel amaç deney grubunda yer alan katılımcıların dönem boyunca bilimin doğasını bilim felsefesi çerçevesi ve bakış açısından görebilmeleri ve yorumlayabilmeleri, bilimin doğasını bilim felsefecilerinin gözünden onlarla empati kurarak ve bu yolla onlar gibi düşünerek dönem sonu rol oynama etkinliklerinde yer almalarının sağlanması olmuştur. Bu etkinlikler sırasında katılımcılardan bilim felsefecilerinin bir gününü grup halinde canlandırmaları ve rol oynama etkinlikleri ile onların yerine geçmeleri istenmiştir. Her bir grupta yer alan katılımcılardan gönüllülük esasına dayanarak sorumlu oldukları bilim felsefecisinin kılığına girmeleri ve bu şekilde halka veya bir başka deyişle fakültede yer alan ancak kendi sınıflarında olmayan diğer meslektaşlarına bilimi ve kendi bilim anlayışlarını anlatmaları istenmiştir. Rol oynama etkinliklerinin gerçekleştirilmesi için gerekli izinler alınmış ve bu etkinlikler eğitim fakültesi fuaye alanında 10.00-16.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Düşün-Eşleş-Paylaş Formları da KWL Formlarına benzer şekilde bilgilerin ve becerilerin ortaya çıkarılması ve paylaşılmasını amaçlamaktadır. Kelime haznesi gelişimini ve bilgi paylaşımını destekler. Katılımcılara uygulama başında herhangi bir fikir veya konu hakkında düşünebilmeleri için yeterince süre verilir. Grup içinde eşleşme gerektirdiğinden, katılımcılar bu strateji kapsamında çiftler halinde çalışırlar (Gregory ve Kuzmich 2007). Dolayısıyla çiftler halinde çalışan kontrol grubu katılımcılarından ilk beş hafta boyunca yapılan etkinlikler ve okunan güncel bilimsel okuma parçaları uyarınca bu formları doldurmaları istenmiştir. Bu formlar yalnızca üst bilişsel stratejilerin uygulanmadığı kontrol grubunda yer alan katılımcılar tarafından kullanılmıştır. Bu formlar aracılıyla ön bilgilerin ortaya çıkarılmasında yansıtma ağırlıklı bir değerlendirme yoluna gidilmiştir.

Uygulama sürecinde gerçekleştirilen etkinlikler sayıca fazla olması ve bunların iki bağlam altında aynı anda ele alınması sebebiyle, sürecin daha kolay anlaşılması için Şekil 3.1 hazırlanmıştır.



Şekil 3.1. Bilimin Doğası Öğretimi Uygulamaları

Uygulamalar kapsamında kullanılan jenerik etkinliklerden ilki "yeni toplum" etkinliğidir. Bu etkinlikte öğretmen adaylarının grup içi tartışmalar yoluyla işbirlikli öğrenme sürecine dahil olmalarının sağlanması hedeflenmiştir. Bu etkinliğin temel fikri kendine özgü kurallar geliştirmiş olan yeni toplumun kurallarının bilim insanları tarafından araştırılmasıdır. Etkinlikte bilimsel bilginin değişebilir olması, kanıta dayalı olması, çıkarımlara dayalı olması, teori kökenli olması ve son olarak hayal gücü ve yaratıcılığa dayalı olması bileşenlerine yönelik unsurlar yer almaktadır. Bu araştırmada bilim insanları grubunu oluşturmak için gönüllülük esasına dayalı olarak üç katılımcı seçilmiştir. Bu katılımcılardan sınıfın dışına çıkmaları ve belirli bir süre sonra gelmeleri istenmiştir. Bu süre içinde sınıfta yer alan diğer katılımcıların yeni bir toplumun

kurallarının ne olabileceğini tartışmışlardır. Bu tartışmalar sonunda yeni toplumun bireyleri arasındaki iletişime yön verecek olan üç kural belirlenmiştir. Bilim insanları grubunda yer alan katılımcılardan yeni toplumun kurallarını keşfetmeleri beklenmiştir. Etkinlik sonrasında hem bilim insanları grubunda yer alan hem de yeni toplumda yer alan katılımcılardan belirtilen bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtmalar yapmaları istenmiştir. Bu yansıtmalar sırasında ortaya çıkan görüşler daha sonra sınıf içinde tartışılmıştır. Tangram isimli etkinlik bu araştırmada kullanılan jenerik etkinliklerin ikincisidir. Bu etkinlik ağırlıklı olarak bilimsel bilginin değişebilir olması, çıkarımlara dayalı olması, teori kökenli olması ve hayal gücü ve yaratıcılığa dayalı olması bileşenlerine ilişkin anlayışların geliştirilmesine yöneliktir. Bu etkinlikte katılımcılardan beşer kişilik gruplar oluşturmaları ve grup halinde çalışmaları istenmiştir. Etkinlikte kullanılan tangramı karşılaması için katılımcılara araştırmacı tarafından daha önceden hazırlanan kare karton levhalar verilmiştir. Küçük bir kare biçiminde kesilen parça hariç levha dört parçaya ayrılarak katılımcılara verilmiştir. Bu parçaların her biri bir bilimsel bilgiyi temsil etmektedir ve bu etkinlikte katılımcılardan istenen şey yeni bilimsel bilgiler elde etmek amacıyla bu parçaları kendi hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanarak bir araya getirmeleridir. Etkinlik sonunda katılımcıların belirtilen bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtmalar yapmaları ve buna ilişkin görüşlerini diğer katılımcılarla paylaşmaları sağlanmıştır. Üçüncü jenerik etkinlik "Mars'ta hayat var mı?" etkinliğidir. Bu etkinlik kapsamında katılımcılardan Mars'a ait fotoğrafları sınıfa getirmeleri ve gruba ait olan bir tarih şeridi oluşturmalarıdır. Uygulamalarda kullanılan son etkinlik "küp" etkinliğidir. Bu etkinlik bilimsel bilginin değişebilir olması, kanıta dayalı olması, çıkarımlara dayalı olması, hayal gücü ve yaratıcılığa dayalı olması ve son olarak teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenlerine ilişkin anlayışların geliştirilmesine yöneliktir. Katılımcılar etkinliğin nasıl gerçekleştirileceğine ilişkin bilgilendirilmiştir. Etkinlik sonrasında katılımcılardan gözlemlerini yazmaları ve bu gözlemlerine ilişkin tahminler yürütmeleri istenmiştir. Küpün yere bakan yüzünde ne olduğuna dair tahminler üzerinden katılımcıların bilimsel bilginin oluşturulma sürecinde alınan kararlara yönelik çıkarımlarda bulunmaları sağlanmıştır. Daha sonra katılımcılardan bu çıkarımlarını sınıfta paylaşmaları istenmiştir.

Bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi sırasında kullanılan jenerik etkinlikleri desteklemek amacıyla kullanılan güncel okuma parçalarının

ilki “Kuzgunlar” isimli okuma parçasıdır. Bu okuma parçasının özgün hali The Guardian gazetesinde İngilizce olarak yayınlanmıştır ve çevirisi araştırmacı tarafından yapılmıştır. Çeviri yapılırken, bire bir çeviri yapmak yerine, okuma parçasının anlam bütünlüğünü bozmayacak şekilde, katılımcıların anlayabilecekleri bir şekilde çeviri yoluna gidilmiştir.

Bu okuma parçası esasında ana fikir olarak karga benzeri bir kuş türü olan kuzgunlar hakkında yapılan güncel bir araştırmanın sonuçları üzerinde durmaktadır. “*Yeni bir araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, kuzgunlar besinlerini sakladıkları sırada başka bir canlı tarafından saldırıya uğrayabileceğini, olası bir saldırı öncesinde zihinlerinde canlandırabiliyorlar!”* başlığıyla verilen haberde, bu bulguyla birlikte kuzgunların da tıpkı insanlar gibi soyut düşünme kapasitesine sahip olduklarının anlaşıldığı belirtilmektedir. Bu durum, mevcut araştırma bünyesinde düşünüldüğünde bilimsel bilginin değişebilir olması bileşeninde bir ipucu niteliği taşımaktadır. Haberde ayrıca bahsi geçen çalışmanın Avrupa’daki bir üniversitede bir profesör öncülüğünde çalışan ekip tarafından gerçekleştirildiği ve ilgili araştırma raporunun bilimsel bir dergide yayımlandığı belirtilmektedir. Burada ise bilimsel etkinliklerin herkese açık olduğu ve ortak bir çabanın ürünü olduğu vurgusu hakimdir. Ayrıca, çalışmaya ilişkin raporun bilimsel bir dergide yayınlandığı ve bu nedenle uluorta bilgilerden daha kayda değer olduğu çıkarımı yapılabilir. Okuma parçasında belirtilen bir başka nokta ise ekibin elde edilen bu bulguyu, insanlarda var olan bazı özel genlerin hayvanlarda da olabileceği şeklinde yorumlamasıdır. Bu ifade oldukça önemlidir, çünkü özellikle, “görmek inanmaktır”, “olaylar kendileri konuşur” gibi yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olanların gözlem ve çıkarımların aynı olmadığını, çıkarımların belirli gözlemler üzerinden yapıldığını ve bu çıkarımların da kanıta dayalı bulgulara dayanması gerektiğini fark etmeleri gerekmektedir. Okuma parçasının devamında ekip tarafından yapılan kontrollü deney detaylı bir şekilde anlatılmaktadır ve devamında elde edilen bu bulgu daha önceki araştırma bulgularıyla karşılaştırılmıştır. Daha önce şempanzelerle yapılan çalışmalarda, insan dışındaki canlıların da soyut düşünebilme kapasitesine sahip olduğu ve diğerlerinin ne düşündüğünü hayal edebildiğini tespit etmiş olmalarına rağmen, o zamanlar elde ettikleri verileri doğru şekilde yorumlayamadıkları ve bahsi geçen bu beceriyi sadece baş veya göz hareketlerini içeren “ipucu içeren bakışlar” olarak varsaymışlardır. Bu ifade mevcut çalışmadaki katılımcıların bilimsel çalışmaların belirli varsayımlar altında gerçekleştirildiği ve varsayımların bilimsel verilere ilişkin bulguları

sınırlandırdığı ve hatta bazen verilerin doğru yorumlanamamasına neden olduğunu görmeleri bakımından önemlidir. Özetle, katılımcılardan yukarıda bahsi geçen bileşenler hakkında çıkarımlar yapmaları ve ilişkili ifadeleri tespit etmeleri istenmiştir. Okuma parçası okunmadan önce etkinliğe katılan tüm katılımcılara kuzgunların soyut düşünme kapasitesinden bahseden deneylerin yer aldığı videolar izletilmiştir. Böylece, okuma parçasında yapacaklar yorumlamalı analiz öncesinde katılımcıların ön bilgilerinin tetiklenmesi hedeflenmiştir. Okuma parçasının Türkçe hali ekte verilmiştir.

Güncel okuma parçalarının ikincisi, "Tangram" jenerik etkinliğinin devamında verilen ve özgün hali Hürriyet Gazetesi'nde yayımlanan "ışığın gürültüsü" isimli okuma parçasıdır. Bu okuma parçası, Türk bilim insanı Mete Atatüre'nin son dönemdeki sıra dışı buluşunu konu edinmektedir. "*Ölçülemez denileni ölçtü!*" başlığıyla verilen haberde, Cambridge Üniversitesi'nde kuantum fiziği üzerine çalışan Mete Atatüre'nin ölçülmesi imkansız olarak kabul edilen ışığın gürültüsünü ölçerek tarihe geçtiğine değinilmektedir. Atatüre'nin, atomdan 100 kat daha güçlü bir süper atom elde ederek bu başarıya ulaştığı belirtilmiştir. Atatüre, önceki çalışmalardan farklı olarak, doğal atom yerine yarı-iletken nanomateryal kullandığından bahsetmektedir. Bu ifade kapsamında, mevcut çalışmada katılımcılardan beklenen şey bilimsel çalışmalarda hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğunu kavramalarıdır. Atatüre'nin hayal gücü ve yaratıcılığı, yıllardır gözlenemeyen gürültünün gözlenebilmesine öncülük etmiştir. Öte yandan, Atatüre'nin hipotezlerinden biri de doğrulanmış oldu. Tam karanlık durumunda dahi var olduğu kabul edilen temel gürültü seviyesinin, tam karanlığa çok az bir miktar ışık eklendiğinde düşürülebileceği kanıta dayalı olarak ispatlanmış oldu. Atatüre'nin önceki çalışmaların bu sonuca neden daha önce ulaşamadıkları konusunda ise, etkinin var olduğu ışık seviyesinin gürültü ölçümü için yeterli düzeye getirilememiş olmasının etkili olduğunu belirttiği görülmektedir. Bu ifade gereği, katılımcılardan beklenen şey Atatüre'nin önceki çalışmaların neden başarısız olduğunu gerçekleştirmiş olduğu gözlemlere dayalı çıkarımlar yoluyla açıklama gayreti içinde olduğunun anlaşılmasıdır. Kuzgunlar okuma parçasında olduğu gibi, katılımcılar etkinlik öncesinde Mete Atatüre'nin bu başarısını konu alan ve ulusal düzeyde yayın yapan iki haber kanalında yer alan video görüntülerini izlemişlerdir. Böylece bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının tetiklenmesi sağlanmıştır. Okuma parçasının özgün hali ekte yer almaktadır.

Güncel okuma parçalarının üçüncüsü, "Mars'ta Hayat Var Mı?" jenerik etkinliğinin devamında verilen "hamam böcekleri" isimli okuma parçasıdır. Bu okuma parçası, çoğumuzun mide bulandırıcı olarak nitelendirdiğimiz hamam böceklerinin Berkeley Kaliforniya Üniversitesindeki bir grup araştırmacıya yeni nesil robotlar üretme konusunda ilham kaynağı olduğundan bahsedilmektedir. Bu ifade ve devamında belirtilen gerekçeler nedeniyle katılımcılardan bilimsel araştırmaların hayal gücü ve yaratıcılığa dayandığı çıkarımını yapmaları beklenmektedir. Okuma parçasının devamında, boğumlu yapıda olan ve sıkıştırılabilir CRAM isimli robotun geliştirilmesi aşamasında yapılan işlemlerden bahsedilmektedir. Robotun sahip olduğu özelliklerin, hamam böcekleriyle ilgili olarak yapılmış deneysel çalışmalardan elde edilen kanıtlara dayalı bulguların dikkate alınarak tasarlandığından bahsedilmektedir. Dolayısıyla, bu ifade kapsamında katılımcılardan hayal gücü ve yaratıcılığın da etkisiyle robot hamam böceğinin tasarımının kanıta dayalı bulgular çerçevesinde gerçekleştirildiğini fark etmeleridir. Okuma parçasının sonunda, tasarlanan bu robotların deprem gibi doğal afetler sonrasında arama kurtarma etkinliklerinde kullanılabileceğine değinilmiştir. Dolayısıyla katılımcılardan beklenen bilim insanlarının gözlemlere ilişkin kanıta dayalı bulgular yoluyla çıkarımlar yaptıklarını fark etmeleridir. Böylelikle, bu çıkarımlar yoluyla var olan bilgilerden yola çıkılarak kanıta dayalı bulgular yoluyla yeni bulgulara ulaşılmasının önü açılmış olur. Okuma parçasının özgün hali ekte verilmiştir.

Güncel okuma parçalarının dördüncü ve sonuncusu, "Küp" jenerik etkinliğinin devamında verilen "Kütle çekim dalgaları" isimli okuma parçasıdır. "*Einstein yine haklı çıktı; kütle çekim dalgaları ilk kez gözlemlendi!*" başlığıyla verilen haberde, günümüzden 1,3 milyar yıl önce, iki karadeliğin birleşmesiyle oluşan ve uzaya yayılan kütle çekim dalgalarının ilk kez gözlemlendiği bilgisi verilmektedir. Aynı zamanda, gözlemi yapan merkezin yöneticisinin artık evreni sadece görmüyoruz, aynı zamanda kütle çekim dalgalarını duyabiliyoruz ifadesini kullandığına da yer verilmektedir. Okuma parçası, genel olarak, Einstein'ın ortaya attığı Genel Görelilik Teorisi'nin Newton'un Principia isimli kitabından itibaren gelişimini anlatan bir yapıdadır. Kütlelerin neden birbirini çektiği sorusuna yanıt veremeyen Newton Mekaniği'nin genel göreliliğe kapı açtığı anlatılmaktadır. Bu ifade, katılımcılar için teorilerin yapısının, işleyişinin ve nasıl temellendirildiğinin ve hangi durumlarda değişebileceğinin görülebilmesi için fırsat sunmaktadır. Katılımcılardan beklenen şey yeni teorilerin önceki teorilerin yetersiz

kaldıkları veya açıklayamadığı varsayımların geliştirilmesi ve buna yönelik hipotezlerin kanıta dayalı araştırmalarla doğrulanması yoluyla geçerlik kazandığını anlamalarıdır. Benzer şekilde, ilk teoriden ikincisine geçiş Kuhn tarafından ortaya atılan "paradigma" görüşünü de destekler niteliktedir. Böylelikle, katılımcıların teoriler ve yasalar da dahil olmak üzere bilimsel bilgi türlerinin hem birikimli hem de devrimsel şekilde ilerlediğini görmeleri sağlanmış olur. Einstein'ın görelilik teorisinde zamanı sabit kabul etmeyip, göreli olduğunu ifade etmesiyle birlikte, zamanda yolculuk ve bilim kurgu kavramlarının ortaya çıktığı görülür. Zamanın göreceli olduğu fikri birçok insanın hayal gücünü zorlayacak fikirler geliştirmesini sağlamıştır ve buna bağlı olarak çeşitli evren modelleri geliştirilmiştir. Bu görüşler doğrultusunda, katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılık bileşenine uygun yansıtmalar yapmaları beklenmiştir. Okuma parçasının sonunda teorilerin değişime ve gelişmeye açık olduklarına ilişkin yerinde bir ifade kullanılmıştır. Einstein'ın kütle çekim alan denklemlerinin zamanda yolculuğu net bir şekilde reddetmediği ifadesi, katılımcıların, teorilerin ileriki zamanlarda yeni olgular ve kavramlar karşısında da açıklayıcı görevini sürdürmeye devam edebileceğini ve daima değişime açık oldukları fikrini aşılaması bakımından önemlidir. Okuma parçasının özgün hali ekte verilmiştir.

Sosyobilimsel konu bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerde insan klonlama ve sürücüsüz araç isimli konulara yer verilmiştir. Bu sosyobilimsel konuların ilkinde bilimin doğasına ilişkin olarak sıkça kullanılan ve temel sosyobilimsel konulardan biri olan insan klonlama konusu işlenmiştir. Uygulama süreci katılımcıların ders öncesinde konuya ilişkin ön araştırma yapmalarıyla başlamıştır. Araştırmalarının sonunda insan klonlanması konusunda nihai bir karara varmaları ve argümantasyon yoluyla gerçekleştirilen tartışmalar sırasında bu görüşlerini savunmaları istenmiştir. Uygulamanın hazırlık aşamasında insan klonlanması lehine görüşlere sahip olan grup ve aleyhine görüşe sahip olan grup birbirinden ayrılmıştır. İki grup arasındaki tartışmalar sırasında katılımcılardan iddialarını gerekçelendirmeleri ve bu gerekçelendirmelerini kanıta dayalı olarak yapmaya dikkat etmeleri istenmiştir. Tartışmalar sırasında görüşlerini değiştiren katılımcıların olduu gözlenmiştir ve bu katılımcıların karşı gruba geçmelerine izin verilmiştir. Tartışmalar sonunda tüm katılımcılardan bu iki sosyobilimsel konuya ilişkin yansıtmalarını bilimin doğası bileşenleri üzerinden temellendirmeleri istenmiştir. Bu sayede katılımcıların jenerik etkinliklerdeki temel bilgilerini sosyobilimsel konuların

tartışılması üzerinden geliştirmesi ve bilimin doğası bileşenlerine ilişkin görüşlerini belirli bir bağlamda ele alarak derinleştirmeleri sağlanmıştır.

Bağlam temelli olmayan ve bağlam temelli olan etkinliklere ilişkin genel çerçeve kontrol ve deney gruplarını ayrı ayrı gösterecek biçimde Çizelge 3.5'de ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.5. Kontrol ve deney gruplarında gerçekleştirilen bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi

Kontrol grubu		**Deney grubu**			
Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi (jenerik etkinlikler)	Okuma parçaları	Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi (jenerik etkinlikler)	Okuma parçaları	Üst bilişsel stratejiler	
1. Yeni toplum 2. Tangram 3. Mars'ta hayat var mı? 4. Küp	1. Kuzgunlar 2. Işığın gürültüsü 3. Hamam böcekleri 4. Kütle çekim dalgaları	1. Yeni toplum 2. Tangram 3. Mars'ta hayat var mı? 4. Küp	1. Kuzgunlar 2. Işığın gürültüsü 3. Hamam böcekleri 4. Kütle çekim dalgaları	Etkinliklerde kullanılan ders içi üst bilişsel stratejiler 1. Okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları 2. "Ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim" formları 3. Zihin haritaları	Dönem süresince kullanılan ders dışı üst bilişsel stratejiler 1. Üst biliş eylem planları 2. Bilim felsefecilerine ilişkin posterler 3.Dramatizasyon

Çizelge 3.6. Kontrol ve deney gruplarında gerçekleştirilen bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi

<table>
<tr><th>Kontrol grubu</th><th>Deney grubu</th><th colspan="2"></th></tr>
<tr><td>Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi (Bağlam temelli etkinlikler)</td><td>Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi (Bağlam temelli etkinlikler)</td><td colspan="2">Üst bilişsel stratejiler</td></tr>
<tr><td rowspan="3">1. İnsan klonlama

2. İnsansız araçlar

3. Süreç kontrol etkinliği: “Einstein’in Büyük Fikri: E=mc^2”</td><td rowspan="3">1. İnsan klonlama

2. İnsansız araçlar

3. Süreç kontrol etkinliği: “Einstein’in Büyük Fikri: E=mc^2”</td><td>Etkinliklerde kullanılan ders içi üst bilişsel stratejiler</td><td>Dönem süresince kullanılan ders dışı üst bilişsel stratejiler</td></tr>
<tr><td>1. Okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları
2. “Ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim” formları
3. Zihin haritaları</td><td>1. Üst biliş eylem planları
2. Bilim felsefecilerine ilişkin posterler
3. Dramatizasyon</td></tr>
</table>

3.5.1. Deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalar

Deney grubunda gerrçekleştirilen uygulamalar bu başlık altında daha geniş bir şekilde anlatılmıştır. Her iki grupta yer alan katılımcılar 8 hafta süren doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimine katılmışlardır. Buna ek olarak deney grubunda yer alan katılımcıların aldıkları doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi 3'ü ders içi, diğer 3'ü de ders dışı olmak üzere toplam 6 üst bilişsel stratejinin kullanımıyla desteklenmiştir. Bu araştırma kapsamında; ders içi üst bilişsel stratejiler olarak a) okuma parçalarına ilişkin yansıtma raporları, b) "Ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim" formları ve c) zihin haritaları; ders dışı üst bilişsel stratejiler olarak ise, d) üst biliş eylem planları, e) bilim felsefecilerine ilişkin poster hazırlama ve son olarak f) dramatizasyon etkinlikleri kullanılmıştır. Üst bilişsel stratejilerin kullanılmasının temel amacı, katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin ön bilgilerinin ortaya çıkarılması ve onların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtmalar yapmalarının sağlanmasıdır. Üst bilişsel stratejilerin ön bilgiler üzerindeki bu olası etkisi, doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin öğrenmeye ilişkin kavramsal değişim pedagojisini sağlayabilmesi bakımından önemlidir. Üst bilişsel stratejiler sayesinde, öğrenme sürecini takip eden katılımcıların, kendi bilimin doğası anlayışlarını ön bilgilerinin farkında olarak değerlendirmesi ve eğer öğrenme süreci olumsuz bir şekilde devam ediyorsa bunu önleyici yönde önlemler alma konusunda daha istekli olmaları beklenir.

Uygulamaların başlamasının ardından katılımcılardan tıpkı kontrol grubunda olduğu gibi ikinci ve beşinci haftalar arasında gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında, ikinci haftada kullanılan "yeni toplum" jenerik etkinliği ve bu etkinliğe eşlik eden "kuzgunlar" güncel okuma parçasına; üçüncü haftada kullanılan "tangram" jenerik etkinliği ve bu etkinliğe eşlik eden "ışığın gürültüsü" güncel okuma parçasına; dördüncü haftada kullanılan "Mars'ta hayat var mı?" jenerik etkinliği ve bu etkinliğe eşlik eden "hamam böcekleri" güncel okuma parçasına ve son olarak beşinci haftada kullanılan "küp" jenerik etkinliği ve bu etkinliğe eşlik eden "kütle çekim dalgaları" güncel okuma parçasına ilişkin her katılımcıdan toplamda dört adet yansıtma raporu yazmaları istenmiştir. Katılımcılardan bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yansıtmalarını yaparken o haftanın jenerik etkinliğini ve güncel okuma parçasını dikkate almaları ve süreci bu

kapsamla sınırlandırmaları istenmiştir. Yansıtma raporları katılımcılar tarafından tamamlanarak her dersin sonunda araştırmacıya teslim edilmiştir.

Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının özgün bir öğretim aracı olmasının öncelikli nedenlerinden biri katılımcılara öğrendikleri hakkında yansıtma yapma fırsatı vermesidir. Üst düzey düşünme becerilerinden biri olan yansıtıcı düşünmenin sınıf içindeki uygulamalar boyunca etkin bir şekilde kullanılabilmesi için katılımcıların her bir etkinlik sonrasında ikili, grup ve genel sınıf tartışmalarına katılmaları sağlanmıştır. İkili ve grup tartışmalarının belirli bir düzen içerisinde gerçekleşebilmesi için "Ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim" formlarının kullanımı araştırmacı tarafından uygun bulunmuştur. Çünkü bir üst bilişsel strateji olarak kabul edilen ve sıkça kullanılan bu formlar, katılımcılara ne bildiklerini ve zamanla neleri öğrendiklerini veya neleri öğrenemediklerini sorgulatmaktadır. Dolayısıyla hem ikili hem de grup etkinliklerinin yürütülmesinde etkili bir araçtır. Her dersin sonunda her grup bir sözcü aracılığıyla kendi grubunun düşüncelerini diğer gruplardaki katılımcılarla paylaşmıştır ve böylece araştırmacının rehberliğinde gerçekleştirilen genel sınıf tartışmalarına olabildiğince fazla görüşün yansıtılması sağlanmıştır.

Uygulamalar sırasında kullanılan bir diğer üst bilişsel strateji ise zihin haritalarıdır. Kavram haritalarından daha karmaşık bir yapıda olan zihin haritaları, özellikle ders sonunda katılımcıların o ders kapsamında öğrendiklerinin genel çerçevesini kağıda resmetmelerine imkan verir. Böylece katılımcılar o derse ait olan ana kavramı ve onunla ilişkili olan alt kavramları nasıl ilişkilendirebileceği hakkında düşünme fırsatı bulur. Yansıtmalar sonucunda ortaya çıkan görüşlerin kavramlar üzerinden zihin haritaları yoluyla organize edilmesi üst bilişsel bir sürece işaret eder. Diğer üst bilişsel stratejilerde olduğu gibi, katılımcılar bu sayede öğrendikleri ve yeniden organize ettikleri kavramlara ilişkin bilgileri ile ön bilgilerini karşılaştırma ve yanlış olanları düzeltme imkanı bulur.

Uygulamalar sırasında yalnızca ders içi üst bilişsel stratejiler kullanılmamıştır. Ders içi üst bilişsel stratejilere ek olarak; üst biliş eylem planları, bilim felsefecilerine ilişkin poster hazırlama ve son olarak dramatizasyon etkinlikleri gibi ders dışı üst bilişsel stratejiler kullanılmıştır. Belirtilen ders dışı üst bilişsel stratejilerden olan üst biliş eylem planları tüm uygulama sürecine yayılmıştır. Katılımcıların her birinden uygulama süreci boyunca iki adet üst biliş eylem planı hazırlamaları istenmiştir. Üst biliş eylem planlarının

ilki, güncel okuma parçalarıyla desteklenmiş olan jenerik etkinliklerle gerçekleştirilen bağlam temelli olmayan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin tamamlandığı beşinci haftanın sonunda, ikincisi ise sosyobilimsel konular bağlamında gerçekleştirilen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin tamamlandığı yedinci haftanın sonunda doldurulmuştur.

Ders dışı üst bilişsel stratejilerden olan poster hazırlama ve dramatizasyon etkinlikleri bir grup etkinliği olarak tasarlanmıştır. Aynı zamanda bu etkinliklerin tasarlanması için katılımcıların belirli bir hazırlık sürecine ihtiyaç duydukları gerçeği de dikkate alınarak araştırmacı, uygulamaların beşinci haftasının tamamlanması ile birlikte dönem sonunda gerçekleştirilecek olan dramatizasyon etkinlikleri ve bu dramatizasyonla birlikte sergilenecek olan posterlerin hazırlanması konusunda bilgilendirilmiştir. Katılımcılardan bir grup etkinliği olarak dönem boyunca sorumlu oldukları bilim felsefecisinin hayatını, görüşlerini, teorik katkılarını ve alan yazında yer etmiş sözlerini ve aynı zamanda her bir grupta yer alan katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılığını içeren posterler hazırlamaları istenmiştir. Bu posterlerin hazırlanması sürecinde katılımcılar belirli aralıklarla araştırmacıdan geri dönütler almışlardır ve bu dönütler eşliğinde posterlerini revize etme fırsatı bulmuşlardır. Dramatizasyon etkinliklerini gerçekleştirecek olan grup üyelerinden, kendi aralarından bir katılımcıyı gönüllülük esasına dayalı olarak seçmeleri ve seçilen kişinin o gruba ait olan bilim felsefecisinin rolüne girmesi ve onu oynaması istenmiştir. Her bir grupta yer alan ve bu rol için seçilmeyen katılımcılar ise dramatizasyon etkinliklerinde kendi belirledikleri yardımcı rollerde performans sergilemişlerdir. Dramatisyon etkinliklerinin ilgi çekici olabilmesi için katılımcılardan, sorumlu oldukları bilim felsefecisinin yaşadığı döneme ait olabilecek ve o dönemi yansıtacak eski görünümlü araç, gereç, kitap, tablo ve benzeri bulabildikleri tüm eşyalardan yararlanmaları istenmiştir. Gönüllülük esasına dayalı olarak seçilen her bir gruptaki katılımcılar, sorumlu oldukları bilim felsefecisini en iyi şekilde yansıtabilmeleri için eski dönemlerdeki gibi giyinmeleri ve o kişinin genel karakter özelliklerini yansıtmaları konusunda cesaretlendirilmişlerdir.

3.6. Veri Analizi

3.6.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen verilerin analizi

Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeğinden elde edilen veriler IBM SPSS Statistik 23 ile analiz edilmiştir. Ayrıca kontrol ve deney gruplarındaki katılımcıların bu ölçekten aldıkları puanların ortalamalarının karşılaştırılması amacıyla bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır. Ham verilerin normal dağılım göstermesinden yola çıkılarak t-testinin kullanılması uygun görülmüştür.

3.6.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formundan elde edilen verilerin analizi

Katılımcıların bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının tespiti amacıyla Lederman vd. (2002) tarafından geliştirilen, özgün adı "Views of Nature of Science C (VNOS-C) olan "Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği Formu" kullanılmıştır. Bu ölçek yoluyla elde edilen anlayışların açık uçlu sorular yoluyla incelenmesi nedeniyle veriler doğası gereği nitel bir analiz çerçevesinde ele alınmıştır. Dolayısıyla ölçek aracılığıyla elde edilen veriler nitel araştırma mantığı içinde gerçekleştirilen tekniklerden biri olan içerik analizi tekniği yoluyla incelenmiştir (Yıldırım ve Şimşek 2006). İçerik analizi elde edilen verilerin belirli tema ve kategoriler altında sınıflandırılmasını içerir. Ölçekte yer alan on sorudan her biri birer tema olarak alınmıştır. İçerik analizi yapılırken ilk olarak kodlama yoluna gidilmiştir. Kodlama yapılırken araştırma kapsamında bilimin doğasına ilişkin bileşenler altında toplanan anlayışların olası anlam kaybını en aza indirgemek amacıyla bir bileşen için sadece ilişkilendirildiği soru temel alınmamış, diğer ilişkili sorularda yer alan anlayışlar da kategorilendirme yapılırken dikkate alınmıştır. İlgili alan yazının incelenmesinden sonra Jones (2010) tarafından geliştirilen ve bilgili, bağdaştırıcı, bağdaştırıcı olmayan ve yetersiz kategorilerinde sınıflama yapmaya imkan veren dereceli puanlama anahtarı veri analizinde kullanılmıştır. Bilimin doğası alan yazınında kavram yanılgısı olarak kabul edilen anlayışlar analiz sırasında yetersiz kategorisi altında sınıflandırılmıştır. Bu kavram yanılgılarının hiçbirini içermeyen ve pozitivist bilim paradigmasından ziyade çağdaş bilim paradigmasına dayanan bilimin doğası anlayışları

ise bilgili kategorisi altında sınıflandırılmıştır. Bu iki kategori altında sınıflandırılamayan anlayışlar ise kullanılan dereceli puanlama anahtarı gereği bağdaştırıcı olmayan anlayış ve bağdaştırıcı olan anlayış kategorileri altında sınıflandırılmıştır. Bir başka ifadeyle, katılımcıların bilimin doğası anlayışları ön test, son test ve kalıcılık testi analizleri boyunca iki bileşen hariç dört kategorili bir şekilde değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler yapılırken kontrol ve deney gruplarında yer alan her bir katılımcı bir durum olarak kabul edilmiş ve değerlendirmeler sonucunda her bir katılımcının bilimin doğası anlayışları yönünden profili çıkarılmıştır. Ayrıca verilerin organizasyonunda öncelikle katılımcıların sahip oldukları profillerden ziyade ilgili bilimin doğası bileşenlerine ilişkin çağdaş anlayışlara sahip olup olmadıkları irdelenmiş ve değerlendirmeler bilimin doğası bileşenleri üzerinden yapılmıştır. Katılımcıların bilimin doğası bileşenleri yönünden gelişimlerini incelemek amacıyla her bir katılımcıya ait olan profiller ön test, son test ve kalıcılık testlerinden elde edilen veriler ışığında karşılaştırılmıştır.

Nitel verilerin incelenme sürecinde farklı kodlayıcıların sürece dahil olması ve böyle bir tek bakış açısı ışığında gerçekleştirilen analizlerin güvenirliğinin sorgulanması olasıdır. Dolayısıyla veriler incelenirken araştırmacı bilimin doğası alanında uzman olan bir kodlayıcıdan yardım almış ve her bir kodlayıcı kendi kodlamalarını gerçekleştirmiştir. Daha sonra analiz sonuçları karşılaştırılmış ve ölçekte yer alan her bir soru üzerinden kodlayıcı güvenirliği değerlerinin ortalaması alınmıştır. Kodlayıcı güvenirliğinin sağlanabilmesi için bu değer %80 ve üzerinde olması tavsiye edilir (Miles ve Huberman 1994). Soru başına elde edilen kodlayıcı güvenirliği değerlerinin 75-95 arasında değiştiği gözlenmiştir.

3.7. Geçerlik ve Güvenirlik

3.7.1. Geçerlik

Geçerlik iç ve dış geçerlik kapsamında ele alınır. Dış geçerlik bir deneysel araştırma sonucunda elde edilen olası nedensellik ilişkisinin, bağımsız değişkenin bağımlı değişkende yarattığı değişimin nedeni olması bakımından farklı katılımcı gruplarına da genellenebilme durumu üzerinde durur. İç geçerlik ise genelleme amacı taşımadan, deneysel bir araştırma sonucunda bağımlı değişkende elde edilen değişimin ne oranda

bağımsız değişkenden kaynaklandığı sorununa odaklanır. Bir başka ifadeyle, iç ve dış geçerliği ayıran temel ölçüt uygulama sonuçlarının genellenebilir olup olmadığıdır.

Araştırmada likert tipte tasarlanmış bir ölçek, açık uçlu sorulardan oluşan bir diğer form ve ders içi etkinlikler sırasında oluşturulan yansıtıcı raporlar yoluyla veri elde edilmiştir. Bu durum bir araştırmanın geçerli olmasını sağlayan bileşenlerden biri olan veri çeşitlemesinin, görece iki nitel bir de nicel veri sağlayan veri toplama araçlarıyla sağlandığını göstermektedir (Creswell 2007). Açık uçlu sorulardan oluşan ölçek formundan elde edilen veriler üzerinden ulaşılan sonuçların geçerliği söz konusu olduğunda doğruluk ve inandırıcılık kavramlarının ön plana çıktığı görülür. Bunun yanı sıra öğretim uygulamaları sırasında; sağlıklı bir uygulama ortamının oluşturulması amacıyla katılımcıların güveninin sağlanması, daha önceden benzer uygulamaları gerçekleştiren alan uzmanlarının sürece ilişkin deneyimlerinden yararlanılması, araştırmacının ön yargılarını ve araştırmacı duruşunu uygulama sürecine mümkün olan en az seviyede yansıtmaya gayret göstermesi ve son olarak da uygulamalar sırasında veya sonrasında edinilen öğrenme çıktılarının gerçek yaşam durumlarına aktarılabilirliğinin sağlanması araştırma geçerliğinin sağlanmasında önem arz eden konulardandır.

3.7.2. Güvenirlik

Likert tipte tasarlanmış olan ölçekten elde edilen verilerin güvenirliği istatistiki yöntemler aracılığıyla sağlanmıştır. Ölçeğin güvenirliği iç tutarlık yönünden incelenmiş ve Cronbach Alfa değeri hesaplanmıştır. Elde edilen değerler incelendiğinde, ölçeğin tamamından elde edilen değerin iç tutarlığa sahip olduğu görülmüştür. Açık uçlu sorulardan oluşan ölçekten elde edilen veriler incelenirken, her bir katılımcının bilimin doğası anlayışlarına dayalı olarak bir profil oluşturulmuştur. Bu profil oluşturulurken kodlayıcı güvenirliğinin sağlanması amacıyla bir alan uzmanından yardım alınmıştır. Araştırmacı ve alan uzmanı katılımcıların bilimin doğası anlayışlarına ilişkin değerlendirmelerini ilgili alanda genel kabul gören bir rubrik uyarınca gerçekleştirmiştir. Kategorilendirme sırasında, rubriklerin belirttiği kategoriyle tam olarak uyuşmayan ve geçişken özellik gösteren görüşlerin kategorilendirilmesi sırasında ortaya çıkan anlaşmazlıklar araştırmacı ve alan uzmanının kendi aralarındaki müzakereler yoluyla çözümlenmiştir. Araştırmacının yaptığı kategorilendirme ile alan uzmanının

kategorilendirmeleri karşılaştırılmış ve aralarındaki uyum oranı hesaplanmıştır. Bu sayede araştırmacının olası yanlış veya hatalı kategorilendirmelerinin uzman incelemesi yoluyla güvenirliğinin artırılması sağlanmıştır (Merriam 2009).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde araştırma kapsamında ele alınan ve yanıt aranan araştırma sorularına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bahsi geçen bulgular ilgili alan yazında yer alan ve ağırlıklı olarak deneysel veriler sağlayan araştırma bulgularıyla desteklenerek tartışılmıştır. Bu araştırmada ele alınan ilk araştırma problemi olan "Bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının gelişimine etkisi nedir? sorusuna yanıt aranmaktadır. Daha sonra ise araştırmanın ikinci alt problemi olan "Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde kullanılan üst bilişsel stratejilerin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına etkisi nedir?" sorusuna yanıt aranmıştır. Verilerin iki farklı veri toplama aracı ile toplanması dikkate alınmıştır ve bu iki veri toplama aracından elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında tartışılmıştır.

4.1. Katılımcıların Bilimin Doğası Anlayışlarına İlişkin Bulgular

Bu bölümde katılımcıların bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ile gerçekleştirilen bilimin doğası dersi öncesinde, sonrasında ve beş ay sonrasında sahip oldukları anlayışlara ve bu anlayışların karşılaştırılmasına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Bu bulgular öncelikle bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen verilere ilişkin bulgular ve sonrasında bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formundan elde edilen verilere ilişkin bulgular olarak ayrılmış ve bu sıraya göre verilmiştir. Likert tipte olan ölçekten elde edilen veriler normallik varsayımını yerine getirmesi, homojen olması, gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olup olmaması ve varsa bu etkinin gücünün ne düzeyde olduğu gibi ölçütler üzerinden kurgulanmıştır. Bahsi geçen ilk ölçekten elde edilen verilere ilişkin olarak, kontrol ve deney gruplarında yer alan katılımcıların hem ön test hem son testlerinden elde edilen verilerin tamamı bir sonraki başlık altında incelenmiştir. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen veriler ise ön ve son testlerin yanı sıra kalıcılığa ilişkin veriler de sağlamıştır.

4.1.1. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma

İstatistiksel analizler gerçekleştirilirken uygun analiz yöntemi belirlenerek verilerin normal dağılım gösterip göstermediği kontrol edilmelidir. Verilerin normalliği sınanırken bu araştırmada Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri kullanılmıştır. Testlere ilişkin değerler Çizelge 4.1'de verilmiştir:

Çizelge 4.1. Nicel bulguların ön testlerine ilişkin normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	df	Sig.
Kontrol genel_ort	,103	32	,200*	,969	32	,483
Deney genel_ort	,082	33	,200*	,981	33	,816

Çizelge 4.1 incelendiğinde ön testlerde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği görülmüştür ($p>0.05$).

Çizelge 4.2. Nicel bulguların son testlerine ilişkin normallik testi sonuçları

GRUP	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	df	Sig.	İstatistik	df	Sig.
Kontrol genel_ort	,108	32	,200*	,960	32	,272
Deney genel_ort	,130	33	,172	,971	33	,518

Çizelge 4.2 incelendiğinde, 30'un üzerindeki örneklemlerde kullanılan Kolmogorov-Smirnov testinin anlamlı olmadığı ve bu nedenle verilerin normallik varsayımını sağladığı görülmüştür ($p>0.05$).

Özcan (2011) tarafından geliştirilen ölçeğin tamamından elde edilen güvenirlik katsayıları Çizelge 4.3'te verilmiştir:

Çizelge 4.3. Bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeğinden elde edilen güvenirlik katsayıları

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
,658	,643	37

Çizelge 4.3 incelendiğinde ölçeğin tamamına ilişkin Cronbach Alpha değerinin 0,658 olduğu görülmektedir. Bu değer test maddeleri aracılığıyla yapılan ölçümün oldukça güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Çünkü 0,60 ila 0,90 arasındaki değerlerin "oldukça güvenilir" olduğu ilgili alan yazında belirtilmektedir (Tavşancıl 2006).

Çizelge 4.4. Ön teste ilişkin deney grubu ve kontrol grubu için t-testi sonuçları

Gruplar	**N**	**X**	**S**	**Sd**	**t**	**p**
Kontrol	32	3,3536	,25037	63	-1,076	,286
Deney	33	3,4209	,25312			

Uygulamaların olası etkisi araştırılırken kontrol ve deney grubundaki katılımcıların uygulamalar öncesinde incelenen bağımlı değişken yönünden benzer olmaları yani aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmaması gerekir. Böylece kontrol ve deney gruplarındaki olası farklılığın uygulamalar sonucunda elde edildiği çıkarımı yapılabilir. Çizelge 4.4 incelendiğinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı düzeyde bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bu durum uygulamalar öncesinde bu iki grubun birbirine denk olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.5. Ön teste ilişkin t-testi sonuçları

Testler	Gruplar	N	X	Ss	sd	t	p
Bilimsel Bilginin Değişimi	Kontrol	32	3,8542	,43533	63	,088	**.930**
	Deney	33	3,8434	,54317			
Gözlem ve Çıkarım	Kontrol	32	3,1641	,41450	63	-,775	**.441**
	Deney	33	3,2500	,47599			
Bilimsel Yöntem	Kontrol	32	3,1719	,38853	63	-,493	**.624**
	Deney	33	3,2197	,39409			
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	Kontrol	32	3,6813	,55848	63	-,750	**.456**
	Deney	33	3,7818	,52289			
Bilimsel Kabul ve Sınırlar	Kontrol	32	3,2969	,40380	63	-1,238	**.220**
	Deney	33	3,4242	,42498			
Sosyokültürel Etki	Kontrol	32	3,2813	,76924	63	-,252	**.806**
	Deney	33	3,3258	,65397			
Kanun ve Teoriler	Kontrol	32	3,0260	,32271	63	-,876	**.385**
	Deney	33	3,1010	,36597			
Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği	Kontrol	32	3,3536	,25037	63	-1,076	**.286**
	Deney	33	3,4209	25312			

Çizelge 4.5 incelendiğinde kontrol ve deney grupları arasında hiçbir alt boyutta anlamlı bir farklılaşmanın olmadığı görülmüştür. Alt boyutlarda olmayan anlamlı farklılık testin geneli için de yoktur ($p>0.05$).

Deney grubunun uygulamalar sonrasında kontrol grubundaki katılımcılara göre bilimin doğası anlayışlarının gelişiminin anlamlı olarak farklılaşıp farklılaşmadığını sorgulamak için son test ortalamaları üzerinden tekrar t testi yapılmıştır. Bu analize ilişkin değerler Çizelge 4.6'da verilmiştir:

Çizelge 4.6. Son teste ilişkin deney grubu ve kontrol grubu için t-testi sonuçları

Gruplar	N	X	S	Sd	t	p
Kontrol	32	3,6060	,26699	63	-2,370	.021*
Deney	33	3,7904	,35271			

Çizelge 4.6 incelendiğinde hesaplanan t değerine göre % 95'lik güven aralığında ($p<.05$), kontrol grubu ve deney grubunun ortalamalarında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür ($t=-2.370$ ve $p<0.05$). Kontrol grubunun ortalamasının (3,6060), deney grubunun ortalamasından (3,7904) anlamlı bir şekilde farklılaştığı görülmüştür.

Çizelge 4.7. Testte yer alan alt boyutlara ilişkin t-testi sonuçları

Testler	Gruplar	N	X	Ss	sd	t	p
Bilimsel Bilginin Değişimi	Kontrol	32	3,9688	0,45088	63	-0,717	**0.476**
	Deney	33	4,0657	0,62213			
Gözlem ve Çıkarım	Kontrol	32	3,0938	0,47413	63	-2,082	**0.041***
	Deney	33	3,3333	0,45357			
Bilimsel Yöntem	Kontrol	32	3,5547	0,54527	63	-0,509	**0.613**
	Deney	33	3,6288	0,62538			
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	Kontrol	32	4,1563	0,40556	63	-0,011	**0.991**
	Deney	33	4,1576	0,57175			
Bilimsel Kabul ve Sınırlar	Kontrol	32	3,4688	0,43994	63	-1,538	**0.129**
	Deney	33	3,6250	0,37760			
Sosyokültürel Etki	Kontrol	32	3,7031	0,63639	63	-2,501	**0.015***
	Deney	33	4,1061	0,66153			
Teori-Yasa	Kontrol	32	3,2969	0,33796	63	-2,940	**0.005***
	Deney	33	3,6162	0,51620			
Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği	Kontrol	32	3,6060	0,26699	63	-2,370	**0.021***
	Deney	33	3,7904	0,35271			

Çizelge 4.7 incelendiğinde kontrol ve deney grupları arasında gözlem ve çıkarım, teori-kanun ve sosyokültürel etki bileşenlerinde deney grubu lehine anlamlı bir farklılığın olduğu görülmüştür. Alt boyutlarda görülen bu anlamlı farklılığın testin geneli için de geçerli olduğu görülmüştür (-2.370, $p<0.05$).

Etki değerliği yokluk hipotezi ile alternatif hipotezler arası farkın ifadesidir. Pratikteki anlamlılığı gösterir. İlişkisiz örneklemler t testi kontrol ve deney gruplarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını sınar. Bununla birlikte, bu anlamlı farkın büyüklüğü veya etki değeri hakkında bilgi vermez. Bu nedenle anlamlı farklılık tespit edilen alt boyutlarda ve testin genelinde etki değerliklerinin hesaplanmasına ihtiyaç duyulur (Cohen 1994, Green ve Salkind 2005). Çizelge 4.8'de bu değerlere yer verilmiştir:

Çizelge 4.8. Alt boyutlara ilişkin etki değerlikleri

Testler	**N_1**	**N_2**	**t**	**d**
Gözlem ve çıkarım	32	33	-2,082	-0,52
Sosyokültürel Etki	32	33	-2,501	-0,62
Teori-Yasa	32	33	-2,940	-0,73
Tüm boyutlar	32	33	-2,370	-0,59

Çizelge 4.8 incelendiğinde testin geneli için elde edilen etki değerliğinin 0,59 olduğu görülmüştür. Alt boyutlar yönünden incelendiğinde ise gözlem ve çıkarım boyutunda 0,52; sosyokültürel etki boyutunda 0,62; teori-yasa boyutunda 0,73 olduğu görülmüştür. Etki değerliği pozitif veya negatif işaretinden bağımsız olarak değerlendirilir ve sıfır değerini alması durumunda ortalamaların eşit olduğu anlamına gelir. Sırasıyla 0,2; 0,5 ve 0,8 gibi değerler küçük, orta ve büyük etki değerliği olarak kabul edilir (Green ve Salkind 2005). Mevcut araştırmadan elde edilen etki değerlikleri incelendiğinde testin tamamından elde edilen etki değerliğinin ve diğer alt boyutlardan elde edilen değerlerin orta etki değerliğine sahip olduğu ve bu etki değerliğinin en çok teori-yasa boyutunda olduğu görülmüştür. Bu durum deney grubunda yapılan uygulamaların bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler ölçeği bağlamında en çok etkiyi bu boyutta gösterdiği sonucuna ulaşılabilir.

4.1.2. Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formundan elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma

Bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formu uygulamalar öncesinde, uygulamalar sonrasında ve uygulamaların sona ermesinden 5 ay sonra toplamda üç kez uygulanmıştır. Ön test, son test ve kalıcılık testinden elde edilen veriler aynı dereceli puanlama anahtarı ile kodlanmıştır. Bu genel başlık altında ön test, son test ve kalıcılık testine ilişkin verilere yer verilmiştir. Bu veriler araştırmacı tarafından ilgili alan yazın uyarınca tartışılmıştır. Bu tartışma bilimin doğası anlayışlarını inceleyen araştırmalardan elde edilmiş mevcut bulgularla bu araştırmadan elde edilen bulguların benzeşen yönlerinin tespit edilmesi ve olası anlayış gelişimlerinin hangi uygulamalardan kaynaklanmış olabileceğinin yorumlanması şeklinde sürdürülmüştür.

4.1.2.1. Ön testlerden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma

Bu bölümde katılımcıların bilimin doğası anlayışlarına ilişkin ön test profillerine yer verilmiştir. Hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olma ve değişebilir olma bileşenlerine ilişkin üçlü kategori, diğer bileşenlerde ise dörtlü kategori kullanılmıştır. Her bir bileşenin frekansları ve yüzdelik değerleri sırasıyla kontrol ve deney grubu olmak üzere ilişkili olduğu çizelgenin altında verilmiştir. Kategorilere ait açıklamalar ekte verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesindeki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=33	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
K1		x			x			x				x				x			x				x			
K2	x				x			x				x					x		x							x
K3		x			x			x					x					x		x				x			
K4	x					x		x					x			x			x				x			
K5	x					x		x						x		x				x			x			
K6	x					x		x					x				x		x				x			
K7		x			x			x				x						x		x			x			
K8	x					x		x						x			x			x						x
K9			x			x			x				x				x		x					x		
K10		x				x		x					x				x		x				x			
K11			x		x			x					x				x		x				x			
K12		x				x		x				x				x			x				x			
K13			x		x				x						x			x		x			x			
K14	x					x		x					x				x		x					x		
K15	x				x			x				x					x		x				x			
K16		x				x		x					x				x		x				x			
K17		x				x		x				x					x		x					x		
K18		x				x		x				x					x			x			x			
K19	x				x			x				x					x		x					x		
K20	x					x		x					x			x				x				x		
K21	x				x			x				x					x		x				x			
K22	x					x		x				x					x			x			x			
K23		x				x		x					x				x		x					x		
K24	x					x		x				x					x		x				x			
K25		x				x		x					x				x			x			x			
K26		x				x		x					x				x		x				x			
K27	x					x		x					x				x			x			x			
K28	x					x		x				x					x			x			x			
K29		x				x		x					x				x			x			x			
K30	x				x			x				x					x		x				x			
K31		x				x		x				x					x			x			x			
K32		x				x		x					x				x		x				x			
K33		x				x		x					x				x		x				x			
f	15	15	3	0	10	23	0	31	2	0	0	14	16	2	1	5	25	3	20	13	0	0	24	7	0	2
%	45,45	45,45	9,1	0	30,3	69,7	0	93,9	6,1	0	0	42,42	48,48	6,1	3	15,15	75,75	9,1	60,6	39,4	0	0	72,72	21,21	0	6,06

Çizelge 4.9 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesinde yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Yetersiz görüşlerin özellikle bilimsel bilginin kanıta dayalı olması, teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması, bilimsel bilginin teori kökenli olması, bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması ve bilimsel bilginin sosyokültürel yapıya dayalı olması bileşenlerinde olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. Deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesindeki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=32	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
D1	X					X		X					X				X			X			X			
D2	X				X			X						X			X		X					X		
D3	X				X			X				X					X			X			X			
D4		X			X			X				X					X		X				X			
D5		X				X		X					X			X				X					X	
D6		X			X			X					X			X			X				X			
D7		X				X		X						X			X		X				X			
D8		X				X		X				X					X			X			X			
D9		X				X		X					X					X			X			X			
D10		X				X		X					X				X			X			X			
D11		X				X		X					X				X		X					X		
D12		X				X		X				X					X			X			X			
D13		X				X		X					X				X		X				X			
D14	X					X		X					X				X		X					X		
D15		X				X		X				X					X		X				X			
D16		X			X			X					X				X		X					X		
D17	X					X		X					X				X		X						X	
D18		X			X			X					X				X		X					X		
D19			X		X			X				X				X			X				X			
D20		X				X		X				X					X		X					X		
D21	X				X			X				X					X		X				X			
D22		X				X		X					X					X	X				X			
D23		X				X		X					X				X		X				X			
D24		X				X		X						X			X			X			X			
D25		X				X		X				X					X		X				X			
D26		X				X		X				X					X		X				X			
D27		X				X		X				X					X		X				X			
D28	X					X		X				X					X		X					X		

D29		X				X		X				X					X		X				X				
D30		X				X		X				X					X				X			X			
D31	X					X		X						X			X		X				X				
D32		X				X			X				X				X		X				X				
F	8	23	1	0	8	24	0	31	1	0	0	14	14	4	0	3	27	2	23	7	2	0	21	9	2	0
%	25,00	71,875	3,125	0	25,000	75,000	0	96,875	3,125	0	0	43,750	43,750	12,500	0	9,375	84,375	6,250	71,875	21,875	6,250	0	65,625	28,125	6,250	0

Çizelge 4.10 incelendiğinde deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama öncesinde yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Yetersiz görüşlerin değişebilir olma ve hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olma bileşeni haricinde tüm bileşenlerde yüksek oranda olduğu dikkati çekmektedir.

Bu bölümde kontrol ve deney grubunda elde edilen frekanslar ve yüzdelikler katılımcıların her bir bileşene ilişkin görüşleriyle birlikte ilgili alan yazında yer alan çalışmalardan elde edilen bulgular ışığında tartışılmıştır.

4.1.2.1.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan ilk üç soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde kanıta dayalı olma bileşeninde yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %45.45'i yetersiz görüşe sahipken, bilgili görüşe sahip katılımcının olmadığı görülmüştür. Öte yandan, yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan katılımcıların toplamda %90.90'a ulaştığı dikkat çekmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcıların ise %25'nin yetersiz görüşe, %71.875'inin de bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip oldukları görülmüştür. Yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerin toplamı bu grupta %97'ye kadar ulaşmaktadır. Her iki grup yönünden incelendiğinde, uygulama öncesinde katılımcıların istenen bilimin doğası anlayışlarından çok uzak oldukları görülmektedir. Bu durum, katılımcıların veri analizinde kullanılan dereceli puanlama anahtarından elde edilen veriler uyarınca, bilimi din ve felsefe gibi diğer araştırma disiplinlerinden ayıran temel özelliğin onun doğal dünyaya dayalı gözlemlere, yani gözlem, deney ve ölçme sonucunda

elde edilen verilere dayalı olduğunu bilmediklerine işaret etmektedir. Oysa bu konuda istenen şey onların bilimin, dolayısıyla bilimsel bilginin, doğal dünyaya dayalı gözlemler yoluyla elde edildiği ve bu gözlemlerin aranan sonucun kendisi olmaktan ziyade sonuca ulaştıran araçlardan biri olduğunu bilmeleridir. Aksine, deneylerin tek amacının bir şeyi ispatlamak olduğu üzerinde yaygın şekilde durulmakta ve onun aracı rolü önemsenmemektedir (McComas 1998, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b). Bu durum basit indirgemeci tümevarıma işaret etmektedir (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick 2001). Çünkü bilim insanları olguların çoğuna doğrudan ulaşabilme imkanına sahip değildir. Bilim insanlarının gözlemleri kaçınılmaz bir şekilde kendi algısal belleğinin filtresinden geçmek zorundadır. Veri toplama araçlarının doğrudan elde edilemeyen gözlemler konusundaki aracı rolünün de etkisiyle bahsi geçen araçların sınırlayıcı etkisi de kabul edilmiş olur ve böylece tüm gözlemler belirli bir kavramsal çerçevenin etrafında geçerlik kazanmış olur (Abd-El-Khalick 1998). Bilgili görüş kategorisinde katılımcılardan bilimsel bilginin gözlemlere dayandığını bilmeleri, bu gözlemlerin tekrarlanabilir olduğunun üzerinde sıkça durmaları ve bilimsel bilgiyi diğer araştırma disiplinlerinden ayıran ölçütler hakkında örnekler sunmaları beklenmektedir.

Bu bileşende katılımcıların kanıtlama ve somut bir şeyin üzerinde çalışma gibi pozitivist paradigmanın hüküm sürdüğü bilimin doğası anlayışlarına sahip olduklarına ilişkin bulgulara ulaşılmıştır (Lederman 1992, Liu ve Tsai 2008). Bu bakış açısına Abd-El-Khalick (2001) "bilimsel dünya görüşü" etiketi altında değinmektedir. Ona göre kanıta dayalı olma bileşeni son derece yanlış anlaşılmaktadır. Çalışmasında, %68'lik bir kısmın bilimi doğal dünyaya ilişkin gözlemlerden ibaret gördüğüne ve bu gözlemlerin inanışlar ve o gözlemi yapan kişinin sorgulama sonucunda elde ettiği fikirlerden bağımsız olduğunu düşündüğüne değinmektedir. Bu bulguya diğer çalışmalarda rastlanmıştır (Lederman vd. 2002, Akçay 2007). Benzer bulguya bu araştırmada da rastlanmıştır. K2 kodlu katılımcı bilimi diğer bilimsel alanlardan ayıran özellik/özellikler sorulduğunda:

> *"Fizik, biyoloji gibi bilim dallarında var olan bilgi üzerinden çalışmalar yapılır. Din ve felsefede ise daha çok düşünceye bağlıdır."*

yanıtını vermiştir. Bu katılımcı fizik, biyoloji gibi alanlardaki bilgileri sadece birikimli olan ve değişmeyen bilgiler dizini şeklinde görmeye eğilimli görünmektedir. Din ve felsefe alanlarını ise salt düşünme eylemi olarak tanımlamaktadır. Bu görüş sanki fizik ve biyoloji alanlarında düşünmenin din ve felsefe alanlarına göre daha önemsiz

olduğu gibi bir izlenim vermektedir. Oysa tüm bilimsel uğraşların temeli insan zihninin işleyişine ve bu işleyiş sürecinde üretilen düşüncelere bağlıdır. Bir alanda diğer alana göre daha çok düşünüldüğü gibi bir ifade yetersiz görüşe işaret etmektedir. Benzer şekilde, katılımcı bilimi diğer bilimsel alanlardan ayıran özellik/özellikler sorulduğunda, doğal dünyaya ilişkin gözlemlerden ne doğrudan ne de üstü kapalı bir şekilde bahsetmiştir ve görüşünü çelişkili bir ifade üzerinden temellendirmiştir. Bu nedenle K2 kodlu katılımcı yetersiz görüşe (0) kodlanmıştır.

Bu görüşlerden birinde K1 kodlu katılımcı bilimi:

> "*Bilim işlendiği konuya göre kanıtlanabilen, deney yapılabilen, sürece ve şartlara bağlı olarak değişebilen bir kavramdır".*

şeklinde tanımlamıştır. Aynı katılımcı bilimi diğer bilimsel alanlardan ayıran özellik/özellikler sorulduğunda:

> "*Fizik, biyoloji gibi alanlardaki bilimsel bilgileri din ve felsefeden ayıran şey bu alanlarda gözlem yapılabiliyor olması, basamaklar halinde incelendiğinde, çıkarımlar üzerinden sonuçlara ulaşmaya imkan veren bir yapıda olmasıdır."*

yanıtını vermiştir. Aynı katılımcı deneyi ise:

> "*Bilimsel bilgiyi kanıtlamak için kullanılır. Üzerinde çalışılan konunun geçerliğini kabul ettirmek ve ispatlamak için yapılır*."

şeklinde tanımlamıştır.

K1 kodlu katılımcının görüşleri, araştırmacı tarafından bağdaştırıcı olmayan görüş (1) olarak kodlanmıştır. Çünkü, katılımcı bilimi diğer araştırma alanlarından ayıran özelliğin doğal dünyaya dayalı gözlemlere imkan vermesi olduğunu belirttiği için yetersiz görüş kategorisinde (0) yer almadığını göstermiştir. Bununla birlikte, katılımcı deneyi bilimsel bilginin kanıtlanma aracı olarak görmesi, bilimsel bilginin geçerliğinin kabul ettirilmesi ve ispatlanması gibi görüşlerinden dolayı bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır. Katılımcının deneyin işlevine ilişkin görüşüne Çil (2010) tarafından gerçekleştirilen doktora tez çalışmasında da rastlanmıştır. Araştırmacı, öğrencilerin deney yapılması durumunda zaten her şeyin açığa çıkacağını ve deneylerden elde edilen verileri bizzat sonucun kendisi gibi algıladıklarını belirlemiştir. Akçay (2007) doktora tez çalışmasında uygulamalar öncesinde katılımcıların yalnızca %32'sinin bilimin olgulara gitme yolunda mütemadiyen devam etmekte olan bir etkinlik olduğuna değinmişlerdir. Benzer şekilde, katılımcıların yalnızca %27'sinin bilimi bir insan uğraşı olarak algıladığı

tespit edilmiştir. Katılımcıların %22'sinin bilimin kanıtlanmış olaylar üzerine kurulu olduğuna inandığı ortaya çıkmıştır. %59'lık bir kesim ise deneylerin, değişkenlerin manipülasyonu adına mutlaka gerekli olduğu görüşünü paylaşmıştır. Deneyin, hipotezlerin ve teorilerin kanıtlanması veya terk edilmesi için kullanıldığı bulgusu Akçay (2007) tarafından elde edilen bulguyla örtüşmektedir.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe ilişkin net ifadelerden biri K3 kodlu katılımcının görüşlerinde açıkça yer bulmaktadır. Katılımcı, bilimi tanımlarken:

> "*Bilim gözle görülebilen, elle tutulabilen şeyleri inceler. Dolayısıyla fizik, biyoloji gibi konu alanlarını inceleyebilir ve deneyler yapabilir. Ama, din ve felsefedeki konular genelde hayali olduğu için o konularla ilgili pek araştırma yapılamıyor. Bu yüzden bu alanlarda kesin bir bilgiye de ulaşılamıyor."*

görüşünü paylaşmıştır. Görüldüğü üzere, katılımcı somut, elle tutulur fiziksel bir şeyin çalışılması olarak nitelendirdiği bilimi değerlendirirken bilimsellik ölçütünü kanıtlanabilirlik olarak belirtmiştir. Ona göre, din ve felsefe hayalidir ve kanıtlanmış bilgiler üretmeye uygun değildir. Kanıtlanabilir bilgilerin olmaması da kesin bir bilgiye ulaşılamamasına neden olmaktadır. Aynı zamanda bilim gözle görülebilen ve elle tutulabilen, yani duyularımıza hitap eden şeylerin kanıtlanmasıdır. Bu bulgulara diğer birçok çalışmada da ulaşılmıştır (Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Khishfe ve Lederman 2006). Benzer şekilde, Jones (2010) doktora tez çalışmasında birçok katılımcının bilimi tanımlarken "somut" kelimesini kullandığını ve bunu ampirik temelde değerlendirdiği sonucuna varmıştır. Tüm bu görüşleri nedeniyle K3 kodlu katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır.

K4 kodlu katılımcının görüşlerinde birçok çelişkili ifadeye rastlanmıştır. Katılımcı bilimi:

> "*Evrendeki her şeyi açıklamaya çalışan, sorgulayan, araştırmaya çalışan, belirli kanun ve teorileri olan nesnel bir kavramdır.*"

şeklinde tanımlamıştır. Aynı katılımcı bilimi diğer bilimsel alanlardan ayıran özellik/özellikler sorulduğunda:

> "*Bilimi din ve felsefeden ayıran şey hayal gücüne yer vermemesi, doğaüstü olaylardan etkilenmemesi ve bunlardan bahsetmemesidir.*"

yanıtını vermiştir. Bilimsel bilginin gelişebilmesi için deneyler gerekli midir diye sorulduğunda katılımcı yine geleneksel bilim paradigmasına dayanan görüşler öne sürmüştür:

> "*Kesinlikle ihtiyaç vardır. Çünkü bilimsel bilgiler test edildiğinde sürekli aynı sonuçları vermelidir. Aynı sonuçları vermediğinde ise o bilgi bilimsel bir bilgi olmaktan çıkar ve gelişemez.*"

Katılımcı ifadesinde tekrarlanabilirliğe yer vermektedir ancak bu tekrarlanabilirliği sürekli aynı sonuca ulaşabilme bağlamında kullanmaktadır. Ayrıca, deneyi sonuçlara ulaşma yolunda bir aracı olarak görmekten ziyade, sonucun doğrudan kendisine ulaşmamızı sağlayan ve sonuçları herkes tarafından aynı şekilde algılanan bir test aracı olarak görmektedir. Test etme bağlamında deney yoluyla bilimsel bilginin doğru ise kanıtlandığı, yanlış ise çürütüldüğü görüşüne sahip katılımcıların epistemolojik inanışlar yönünden "ikili (dualistik)" görüşe yakın ifadeler kullanmaları bakımından epistemolojik yönden zayıf oldukları söylenebilir. Çünkü ikili görüş epistemolojik inanışların temel düzeyde savunulan görüşüdür (Hofer ve Pintrich 1997).

K4 kodlu katılımcının görüşleri bütüncül bir şekilde incelendiğinde, bilimi nesnel olarak gördüğü ve bilimi aynı zamanda evrendeki her şeyi açıklamaya çalışan bir uğraş olarak ifade ettiği görülmektedir. Oysa bilim pozitivist paradigma çerçevesinde ele alındığı şekliyle tamamen nesnel bir uğraş değildir. Bilim, insanoğlunun bir uğraşıdır. Dolayısıyla, insanın ön bilgileri, deneyimleri, dünya görüşleri içinde bulundukları bilimsel etkinliklere ister istemez yansır. Bir başka ifadeyle, bilimin tamamen nesnel olduğunu ifade etmek gerçekçi bir bakış açısı değildir. Benzer şekilde, bilim evrendeki tüm sorulara yanıt aramaz. Bilim, olgulara dayalıdır. Kesin bir sınırı olmamakla birlikte, olgular bilimsel süreçlerin yapıtaşı gibidir. Bilimsel gözlemler, bilimsel deneyler ve benzeri tüm bilimsel etkinlikler olgulara dayanmak zorundadır. Bu nedenle, olgulara dayanmayan incelemeler bilimsel değer taşımazlar (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000). Katılımcı, bilimi diğer bilimsel alanlardan ayıran şeyin bilimin hayal gücüne yer vermemesi olduğunu belirtmiştir. Bu görüş yetersiz bilimin doğası anlayışına işaret eder. Çünkü çağdaş bilim paradigmasına göre bilim yaratıcılığa ve hayal gücüne sıkıca bağlıdır. Bilimsel etkinliklerin her aşamasında yaratıcılığa ve hayal gücüne ihtiyaç duyulur. Doğal dünyaya dayalı gözlemlerden bahsetmemesi nedeniyle katılımcı yetersiz görüşe (0) kodlanmıştır.

K9 kodlu katılımcı ise bilimi tanımlarken şu görüşlere yer vermiştir:

"*Bilim, açıklamalarını gözlemler ve deneyler yoluyla oluşturur. Bilim insanları sürekli deneyler yapar ve deneyler tekrarlandıkça daha iyi sonuçlar elde edilir. Yapılan deneylerle eldeki bilgiler yerini yeni ve daha sağlam bilgilere bırakabilir."*

Katılımcı bilimsel etkinliklerin öncelikle doğal dünyaya ilişkin gözlemlere dayandığını ve bu özelliği sayesinde diğer araştırma alanlarından farklı olduğunu ifade etmiştir. Öte yandan, görüşlerinde gözlemlerin yanı sıra deneylerle tekrarlanabilirlik üzerinde durmuştur. Yapılan deneyler arttıkça bilimsel bilginin doğruluğunun artacağı fikrine dolaylı olarak değinmiştir. Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı görüşe (2) kodlanmıştır.

Benzer görüşlere K11 kodlu katılımcının görüşlerinde de rastlanmaktadır. K11 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir:

"*Bilim belli bir konuyu seçerek, bu konudaki araştırma sonuçlarını gözlem ve deneylere dayandıran uğraştır. Fizik, biyoloji gibi bilimsel alanlar gözlemlere dayalıdır. Deneyler yoluyla bilimsel bilgi geliştirilir. Örneğin bir telefonun yeni bir modelini geliştirebilmemiz için üzerinde bilimsel araştırmalar yapmamız gerekir ki yeni özelliklere sahip olan yeni modellerini geliştirebilelim."*

Katılımcı görüşlerinde gözlemin önemine değinmektedir. Gözlemi bir bilimsellik ölçütü olarak görebilmektedir. Bilimsel bilginin gelişiminde deneylerle tekrarlanabilirlik fikrine değinmektedir ve bunu bir örnekle desteklemiştir. Katılımcı belirtilen görüşleri nedeniyle bağdaştırıcı (2) görüşe kodlanmıştır.

K13 kodlu katılımcı bağdaştırıcı görüşe sahip olan üç katılımcının sonuncusudur. Görüşlerini geniş bir bakış açısıyla ifade eden katılımcı bilim ile ilgili görüşlerini şu şekilde belirtmiştir:

"*Bilim, doğada var olan veya meydana gelen olayları açıklamaya ve yorumlamaya dayanır. Olaylara açıklık getirmeye çalışır. Bilimi din ve felsefe gibi alanlardan farklı kılan şey, dini açıdan bakıldığında insanların tanrıdan gelen bir güç yoluyla yaratıldıklarının düşünülmesi iken bilimsel açıdan bakıldığında doğada meydana gelen olayları açıklamak amacıyla deney yapma, bir konuda teoriler öne sürme ve hipotezler kurma gibi basamakların varlığıdır."*

Katılımcının deney ile ilgili görüşleri ise şöyledir:

"*Evet, deneylere ihtiyaç vardır. Deneyler, bilimsel bilginin üretimi için yapılır. Bu süreç hipotez kurma ve bu hipotezlerin test edilmesi şeklinde*

yürütülür. Eğer hipotez testleri sonucunda elde edilen veriler öncekilerle uyuşmuyorsa hipotezin tekrar kurulması, deneyler yoluyla tekrar sınanması gerekir. Ortaya bir kuram atılmak isteniyorsa bu sürecin kurallara uygun ve sistematik bir şekilde yürütülmesi gerekir."

K13 kodlu katılımcının görüşleri incelendiğinde, bilimi doğal dünyaya ilişkin olguların veya olayların açıklanması olarak tanımladığı görülmektedir. Fizik, biyoloji gibi alanları diğer araştırma alanlarından ayırmak için doğal dünyada meydana gelen olayların incelenmesini referans göstermiş ve farklı bilimsel bilgi türlerinden olan hipotez ve teorilerin bilimsel süreçteki önemine değinmiştir. Hipotez testleri yoluyla deneylerin tekrarlanabileceğine üstü kapalı da olsa değinmiştir. Bununla birlikte, katılımcının geleneksel bilim paradigmasının varsayımlarından etkilendiği noktaların da var olduğu söylenebilir. Dini bilginin bilimsellik ölçütünü sağlayamaması durumu çelişkili bir şekilde ifade edilmiştir. İnsanların bir yaratıcı tarafından yaratılmış olmaları ve buna inanmaları başlı başına bir karşılaştırma ölçütü olarak kullanılamaz. Bir başka ifadeyle, insanların yaradılış görüşüne inanmaları, onların bilimsel etkinliklerde bulunamayacakları ve bu durumda bilimsel olmayan veriler üretecekleri anlamına gelmez. Bilimle uğraşan insanlar tıpkı diğer insanlar gibi ön bilgilere, deneyimlere, kişisel görüş ve inançlara sahiptirler. Dolayısıyla, bilim insanlarının inançları bilimsel etkinliklerine derin bir şekilde etki eder. İçinde bulundukları toplum sahip olduğu dinamiklerle bilim insanlarına ve onların etkinlik alanlarına yön verir. Örneğin, bilim ve teknolojide önde olduğu kabul edilen ülkelerin başında gelen Amerika Birleşik Devletleri yaygın kanının aksine dindar bir topluma sahiptir ve olaylara genellikle dini bakış açılarını da göz önünde bulundurarak yaklaşırlar. Klasik mekaniğin kurucusu olan İngiliz Isaac Newton dindarlığıyla bilinir. İzafiyet teorisiyle tanınan Alman Albert Einstein doğayı yönlendiren gücün bir yaratıcıya işaret ettiğini belirten ve bir slogan haline gelen "tanrı zar atmaz" ifadesiyle ön plana çıkmıştır. Verilen örneklerden yola çıkılarak, özellikle fizik alanındaki bilimsel devrim niteliğindeki paradigmal sıçrayışların, diğer araştırmacıların yanı sıra yaratıcılık görüşüne inanan bilim insanlarının da çabaları sonucunda gerçekleştirildiği sonucuna ulaşılabilir. Bu nedenle, katılımcının bu görüşü geleneksel görüşe ait olarak kabul edilmiş ve katılımcı tüm görüşlerinin bütüncül bir değerlendirmesi sonucunda bağdaştırıcı görüşe (2) kodlanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerine benzer görüşlere deney grubundaki katılımcılarda da rastlanmıştır.

D4 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir: (1)

> *"Bilim, somut gerçeklere dayanır ve kanıtlanabilir. Bu özelliği sebebiyle bilim, diğer araştırma disiplinlerinden ayrılır.*

Katılımcının görüşü incelendiğinde, kanıtlanabilirlikten bahsettiği ve bilimi somut gerçeklik bakımından ele aldığı görülmektedir (Jones 2010). Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır.

D6 kodlu katılımcının din ve felsefe alanlarına ilişkin görüşleri ilginçtir: (1)

> "*Evrenin veya olayların bir bölümünü konu alarak seçen olaylara bilim denir. Fizik kimya biyoloji gibi bilimsel alanda daha çok araştırma sonucunda çıkan bilgilerdir. Din ve felsefe gibi konular daha çok araştırmalar sonucu ulaşamayacağı için bu konular bilime uymaz*."
>
> "*Deney bilgiyi bilimsel hale getirmek için yapılır*."

Katılımcı bilimin sayısız olgu içinden yalnızca araştırmaya dahil olanı incelendiğini bilmektedir. Bununla birlikte, din ve felsefe gibi çalışma alanlarının araştırmalara uygun olmadığını belirtmiştir. Fizik, biyoloji gibi alanları farklı kılan şeyin olgulara dayalı olmasını araştırma yapılıp yapılamamasına göre gerekçelendirmiştir. Buna karşın, gözlemler ve deneyler yoluyla tekrarlanabilir olma fikrinden açıkça bahsetmemesi nedeniyle katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır.

D14 kodlu katılımcının görüşleri ise şu şekildedir: (0)

> "*Bilim, belirli basamaklara dayandırılarak, merak edilen bilgileri kanıtlayabilen tüm işlevlere denir. Bilimi diğer araştırma alanlarından farklı kılan özelliği nesnel olup, öznelliğe yer vermemesidir. Belirli süreçlere tabi tutularak sonuçlar ortaya konur. Sayısal ve sözel bilimler farklı alanlar olduklarından farklı süreçlerde değerlendirilirler.*"

Katılımcı bilgilerin kanıtlanmasından bahsetmektedir. Ayrıca olgusal olma işlevini öznelliğe yer vermeden nesnel olma durumu ile karıştırmaktadır. Daha önce de değinildiği üzere, bilimin tamamen nesnel olduğunu söylemek zordur. Üstelik bilimin nesnelliği ile kastedilen şey insan etkisinden tamamen soyutlanmış olması değil, bilimsel bilginin üretimi sürecine kişisel ön yargıların karıştırılmamasıdır. Deney nedir sorusuna katılımcı şu yanıtı vermiştir:

> "*Teorik olan herhangi bir bilgiyi gerekli olan malzemeleri kullanarak ve belirli basamakları uygulayarak bilgi verme şeklidir. Belli bir amaç doğrultusunda gerçekleştirilir.*"

Katılımcı bu görüşünde teorik ve pratik bilgi ayrımı yapmaktadır. Deneyi teorik bilginin pratik bilgiye dökülmesini sağlayan bir araç olduğunu düşündüğüne ilişkin bir izlenim vermektedir. Belirli basamaklar takip edildiğinde bilginin istenen şekilde elde edileceğinden bahsederek evrensel bilimsel yöntem anlayışına sahip olduğuna ilişkin ipuçları vermektedir (McComas 1998). Deneylere ihtiyaç var mıdır sorusuna verilen yanıt bu yorumları güçlendirmektedir:

> "*Deneylere ihtiyaç vardır, çünkü bilimsellikten bahsedebilmek için belirli bir süreçten geçmek gerekiyor ve bu süreçte eğer gerekiyorsa, yani deney kullanılarak bir sonuca ulaşılabilecekse deneylere ihtiyaç vardır.*"

Katılımcının bilimsel süreçten ısrarla bahsettiği ve eğer işe yarayacaksa ve belirli bir sonucun doğruluğunu gösterecekse deneylerin kullanılabileceğini belirttiği görülmektedir. Bu anlayış doğrulamacı anlayıştan izler taşımaktadır ve katılımcının üstü kapalı da olsa deneyleri bilimsel bilginin bilimselliğinin artırılması yoluyla kanıtlanmasının yolu olarak gördüğü söylenebilir. Katılımcının görüşlerinin bütüncül bir değerlendirmesi sonucunda yetersiz görüşe kodlanması uygun görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D19 kodlu katılımcı şunları belirtmektedir:

> "*Bilim olgusal verilere dayanır. Teknolojinin gelişimiyle birlikte olgulara ilişkin daha iyi araştırmalar yapılabilir. Bilim değişkendir, bilimsel gözlemlerin olgulara dayanması nedeniyle bilim diğer araştırma disiplinlerinden ayrılır.*"

> "*Deney, belirli bir problemi çözebilmek için araç ve gereçlerin kullanılmasıdır.*"

> "*Evet, deneyler yapıldıkça bilgiler değişebilir. Yani, deneyler ile bilgilerin doğruluğu artırılmış olabilir. Örneğin, doğada hangi türe ait oldukları belli olmayan bitkilerin yapılan deneylerle hangi türlere ait oldukları belirlenebilir. Deneyler yapıldıkça elde edilen daha güvenilir hale gelir.*"

Katılımcı olgulara dayalı olma ölçütünü öne sürmektedir ve deneyi kanıtlama aracından ziyade bir problem çözme aracı olarak ifade etmektedir. Dahası, deneylerle tekrarlanabilirlik fikrinden yola çıkarak deney sayısının artmasıyla daha güvenilir bilgiler elde edilebileceğini savunmaktadır. Bu görüşleri nedeniyle katılımcı bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Kontrol ve deney grubunda yer alan katılımcıların görüşleri incelendiğinde genel olarak, deneyi bir kanıtlama aracı olarak gördükleri, bilimi somut bir şeyin çalışılması gibi algıladıkları, bilimin nesnelliğini tamamen insan etkisine kapalı olması şeklinde algıladıkları ve deneylerle tekrarlanabilir olma fikrinden nadiren bahsettikleri

görülmüştür. Bu bulguların yaygın olduğu söylenebilir. Çünkü alan yazında yer alan çalışmalar, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olduklarını göstermektedir (Lederman 1992, Abd-El-Khalick 1998, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b, Akerson vd. 2000, Clough 2000, Akerson vd. 2006, Wahbeh 2009, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Yalçınoğlu ve Anagün 2012, Firestone, Wong, Luft ve Fay, 2012, Bilican 2014) ve bu anlayışların değişime dirençli olduğuna da sıkça değinilmektedir (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Hogan 2000, Buaraphan 2012). Ayrıca, bu anlayışların kapsayıcı bir kavramsal çerçeve içerisinde yer almadığı söylenebilir (Abd-El-Khalick 2001). Akerson ve Donnelly (2008)'ye göre öğretmen adayları bu bileşende oldukça yetersizdirler. Benzer şekilde Yacoubian ve BouJaoude (2010) uygulamalar öncesinde bu bileşende %75 oranında yetersiz görüş tespit etmiştir. Liu ve Lederman (2007) ise fen bilimleri öğretmen adaylarının yalnızca %12'sinin kanıtın önemini bildiklerini tespit etmiştir. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerin oranını yalnızca %20 bulmuştur. Abd-El-Khalick ve Akerson (2004) öğretmen adaylarının %86 bilimsel yöntem yanılgısına sahip olduklarını tespit etmiştir. Akerson vd. (2000) lisans öğrencilerinin bilimi "bir şeyler yapmak için kullanılan yöntem", "teorileri kanıtlamak için kullanılan bir araç" ve "çevremizdeki her şey" gibi ifadelerle tanımladıklarını tespit etmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) öğrencilerle gerçekleştirdiği uygulamalı çalışmada küresel ısınma ünitesi bağlamını kullanarak bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan grupları karşılaştırmıştır. Uygulamalar öncesinde hiçbir katılımcının bu görüşe ilişkin olarak bilgili görüşlere sahip olmadığını tespit etmiştir. Khishfe (2012b, 2012c) katılımcıların sosyobilimsel konular bağlamında da bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Evrensel bilimsel yöntem anlayışı da sık görülen yanılgılar arasındadır. Shim vd. (2010) fen bilimleri öğretmen adaylarının ve öğretmenlerin büyük çoğunluğunun bilimsel yöntem yanılgısına (step-by-step) sahip olduklarını tespit etmiştir. Benzer şekilde Erdoğan, Çakıroğlu ve Tekkaya (2006) fen bilimleri öğretmen adaylarının %86'sının bilimsel yöntem yanılgısına sahip olduklarını tespit etmiştir. Benzer bulguya Meichtry (1992) de ulaşmıştır. Uygulamalar öncesinde fen bilimleri öğretmenlerinin bilimsel bilginin gelişiminde deneylerin önemli olduğunu vurguladığını ve deneyler sayesinde öznelliğin azaltıldığını sağladığını düşündüğünü söyleyenler de olmuştur (Mulvey ve Bell 2017).

Bu bileşene yönelik bulguların ve bu bulgulara ilişkin tartışmaların bazı sonuçlara öncülük ettiği söylenebilir. Uygulamalar öncesinde hem kontrol hem de deney grubunda yetersiz görüşlerin mevcut olduğu görülmüştür. Bu yetersiz görüşlerin bilimi diğer düşünme disiplinlerinden ayıran özelliğin ne olduğu, deneyin bilimsel bilgi üretimi sürecindeki esas rolünün anlaşılmaması, indirgemeci tümevarım yaklaşımının hakim olduğu, olgulara doğrudan ulaşılabildiği görüşünün hakim oluşu, kanıtlama ve somut bir şey üzerinde çalışma gibi kavramların sıkça kullanılması üzerinde yoğunlaştığı anlaşılmıştır. Tekrarlanabilirlik fikrinin sıkça geçtiği ancak tekrarlanabilirliğin kesin bilgiye ulaşma bağlamında kullanıldığı dikkat çekmiştir. Bununla birlikte, tekrarlanabilirliğin güvenirliği artırabileceği fikrinin ise nadiren geçtiği görülmektedir. Tüm bu sonuçlar ışığında, bahsi geçen sorunlar nedeniyle öğretmen ve öğretmen adaylarının kanıta dayalı olma bileşeninde sorun yaşadıkları ve bu soruna ilişkin doğrudan yansıtıcı uygulamaların daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekliliği sonucuna ulaşılabilir.

4.1.2.1.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan dördüncü ve beşinci sorulara verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz üçlü kategorilendirme ile gerçekleştirilmiştir. Bu kategoriler yetersiz görüş (0), bağdaştırıcı görüş (1.5) ve bilgili görüş (3) olarak kodlanmıştır. Bu kodlamada yetersiz görüş; bilimin kanıtlandığını, tekrarlanan deney ve gözlemlerin kanıtlamaya hizmet ettiğini ve bu süreçte elde edilen bilimsel gerçeklerin veya teorilerin kesinlikle doğru veya en azından kesinlikle doğruya yakın olduğunu içerir. Bağdaştırıcı görüş ise teori ve benzeri bazı kavramların değişebilir, yasa gibi bazı bilimsel bilgilerin ise değişmez olduğunu içerir. Bahsi geçen bilimsel bilgilerin değişimine neyin sebep olabileceğine ilişkin bir görüşe yer verilmemiştir. Bilgili görüşte ise tıpkı teoriler gibi bilimsel yasaların da değişebilir olduğu, bilimin kesin doğru olan sonuçlardan ziyade belirli bir güvenirlik düzeyinde doğru olan bilgiler üretebildiği ve bilgilerin günümüzde kabul edilen en güvenilir bilgiler olduğu, elde edilen yeni verilerin mevcut verilerin yeni bakış açılarıyla yeniden değerlendirilmesi ve kültürel etmenlerin değişimin esas kaynakları olması görüşleri yer almaktadır. Bu kategori doğrultusunda katılımcılardan

beklenen, bilimsel bilginin güvenilir ve değişime dirençli olmakla birlikte, mutlak ve kesin olmadığını; teori ve hipotezlerin yanı sıra yasaların da benzer şekilde değişime açık olduğunu; bilimsel iddiaların yeni kanıtlar, kavramsal düzeydeki ve teknoloji alanındaki gelişmelerle değişebileceğini; var olan kanıtların yeni kavramsal çerçeveler ışığında tekrar değerlendirilebileceğini belirtmeleridir (Abd-El-Khalick 1998).

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulama öncesinde bilimsel bilginin değişebilir olması bileşeninde yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %30.30'u yetersiz görüşe sahipken, bilgili görüşe sahip katılımcının olmadığı görülmüştür. Deney grubundaki katılımcıların ise %25'inin yetersiz görüşe sahip olduğu ve benzer şekilde bilgili görüşe sahip olan katılımcının olmadığı görülmüştür. Her iki grupta da görüşlerin ağırlıklı olarak bağdaştırıcı görüşte toplandığı görülmüştür.

K2 kodlu katılımcının bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde şu ifadeleri kullandığı görülmektedir:

> "*Bilimsel teorilerin değişebileceğini düşünüyorum. Örneğin, sekiz tane gezegenin olduğunu kanıtlayan bilim insanları şimdiki araştırmalarıyla gezegen sayısının dokuz veya on tane olabileceğini söylüyor. Demek ki teoriler araştırma yaptıkça değişebiliyormuş."*

Teorilerin değişebilir olduğu yönünde görüş bildiren katılımcı değişebilir olan teorileri öğrenmek için neden bu kadar çaba sarf ediyoruz diye sorulduğunda görüşünü şu şekilde gerekçelendirmiştir:

> "*İnsanların fıtratında araştırma ve mantığa en uygun olarak ne yapılıyorsa onu bulma çabası yatmaktadır. İnsanlar sürekli araştırarak yeni bilgilere ulaşma ihtimalini artırırlar. Çünkü, Allah her şeyi bir denge içinde ve birbiriyle ilişkili olarak devam eden olaylar olarak yaratmıştır. Gezegenleri araştıranlar Ay'dan ve diğer gezegenlerden parçacıklar alıp dünyadakilerle karşılaştırırlar. Gezegenlerdeki parçacıkların içindeki maddelerin dünyadaki maddelerle aynı olup olmadığını kontrol ederler. Ay'da veya gezegenlerde hayat olup olmadığını bu şekilde araştırıp bulabilirler."*

Katılımcı, benzer şekilde, bilimsel yasa ile ilişkili olan beşinci soruya ise şu şekilde yanıt vermiştir:

> "*Bilimsel bir teori belirli araştırma, deney, bilgi birikimi sayesinde kanıtlanır ve yasa haline gelir. Yani, birbiriyle iç içe olan kavramlardır."*

K2 kodlu katılımcının tüm bu görüşleri incelendiğinde, onun bilimsel bilgi türlerinden biri olan teorilerin değişebileceğine inandığı görülmektedir. Bununla birlikte, görüşlerini gerekçelendirirken çelişkili ifadelere yer vermiştir. Bu durum teorilerin değişebilir olmasına inanan katılımcıların bilimsel bilgi türlerinin tüm çeşitleriyle birlikte (hipotez, yasa gibi) değişebileceği görüşüne sahip olmalarını garanti etmez. Kanıtlamadan bahsetmiş ve bilim insanları araştırma yaptıkça zaten düzenli bir kurgu içinde yaratılmış olan doğanın işleyişine dair kuralları keşfedecekleri imasında bulunmuştur. Bu durum, katılımcının beşinci soruya verdiği yanıtta açıkça görülmektedir. Ona göre, teoriler zamanla bilgi birikimi arttıkça kanıtlanır ve hiyerarşik olan daha üstte yer alan ve daha geçerli bir bilimsel bilgi türü gibi sunulan yasalara dönüşür ve böylece araştırma döngüsü tamamlanır. Bir başka ifadeyle, katılımcı teoriyi yasalara ulaşmada bir nevi ara basamak olarak görmektedir ve teoriler bilginin tamamen kanıtlandığı ve herkes tarafından kabul edildiği yasalara hizmet etmektedir (Abd-El-Khalick 2005). Bu görüşlere diğer çalışmalarda da rastlanmaktadır. Bu görüş bilimsel bilginin sürekli bir devinim halinde olduğu, birikimli olmasının yanında aynı zamanda devrimsel olduğu fikrini tam olarak yansıtmamaktadır (Kuhn 1962). Aslında, katılımcı bilimsel bilginin değişebilir olmasını mutlak gerçekliklere ulaşabilmede bir araç olarak görmektedir (Abd-El-Khalick 2005). Ona göre, bilim eninde sonunda keşfedilmeyi bekleyen şeyleri araştırma yaparak keşfedecektir (Lederman vd. 2002). Katılımcının görüşlerinde yetersiz görüşe ilişkin ifadeler ağır bastığı için katılımcı yetersiz görüş kategorisine (0) kodlanmıştır.

K5 kodlu katılımcı bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilişkili görüşleri yönünden bağdaştırıcı görüşe (1.5) sahiptir. Katılımcı şu görüşleri paylaşmıştır:

> "*Teoriler henüz tam anlamıyla açıklanamadığı, bir yerlerinin eksik kaldığı durumlarda ileriki zamanda değişebilir. Başka bir bilim insanının teoriyle ilgili yeni bir bilgiye ulaşması teoriyi değiştirebilir. O dönemde kabul edilen bir teori yanlış veya eksik olabilir. Teorinin gelişmesinde gelişen teknoloji de etkilidir. Teorileri öğrenerek onların ne kadar güvenilir olduklarını karşılaştırma fırsatı buluruz. Böylece yeni edindiğimiz bilgilerle ön bilgilerimizi ilişkilendiririz.*"

Katılımcı bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili olarak sıkça kullanılan kanıtlanma ölçütünü kullanmamıştır. Bilimsel bilginin kesin olmasından ziyade ne kadar güvenilir olduğu argümanı üzerinde durmuştur. Görüşleri bilgili görüş (3) kategorisine

dahil edilebilecek gibi görünmektedir. Ancak, katılımcı teori ve yasa arasındaki ilişki sorulduğunda görüşlerini şu şekilde ifade ettiği görülmüştür:

> "*Bilimsel bir yasa herkes tarafından kabul edilmiştir. Teoride ise olabilirlik söz konusudur. Bilim adamının kendi kendine öne sürdüğü bir bilgidir*."

Bu ifade katılımcının daha önceki görüşleriyle çelişmektedir. Öncelikle, katılımcı teorilerin bilim insanlarının kendi fikirleri olduğu gibi bilimsel teorilerin doğasına aykırı olan bir ifadeye yer vermektedir. Bu bulgu Abd-El-Khalick (2005)'in çalışmasından elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Abd-El-Khalick, katılımcıların %70'inin sahip olduğu bu hatalı veya eksik görüşü "yerel dil" faktörüyle açıklamaktadır. Ona göre teori kelimesi günlük hayatta karşılaştığımız kelimelerden biridir ve genellikle sağlam temelleri olmayan, lafta kalan ve uygulamaya geçmeyen şeyleri ifade etmek için kullanılır. Dolayısıyla, bilim insanlarının ortaya koyduğu teoriler de onların kişisel görüşleri gibi algılanmaktadır. Teorilerin değişebilir olduğundan bahseden katılımcı, mevcut araştırmada, yeni bilgiler ışığında değişime açık olan yasaları herkes tarafından doğruluğu kabul edilmek zorunda olan bir bilgi türü olarak ifade etmiştir. Ayrıca olasılık kavramı bilimsel etkinliklerin temelinde olan bir durumdur. Bilim olasılıklar üzerinden sonuçlara varmayı hedefler. Kesin doğru olan ve herkesin beğenisini kazanan bilgiler üretmeye çalışmaz. Herkes tarafından kabul edilme durumu aynı zamanda bilimin doğası anlayışlarına etki eden bilimsel otorite algısına işaret etmektedir (McComas 1998, Khishfe 2015). Bu algı doğrultusunda, bilimsel sonuçların daima bir üst otorite tarafından onaylanması ve bilimsel sonuçların değerinin o otorite tarafından belirleniyor olması gibi bir yanılgıya da sebep olur. Oysa bilimsel etkinlikler dünyanın her yerinden insanlara açıktır. Bu insanların gerçekleştirdikleri çalışmalar sonucunda elde ettikleri bulgular üzerinden ulaştıkları sonuçlar kendi içinde değerlidir. Başka kişilerin bir araştırmanın sonuçlarını değersiz bulması o sonuçların mutlak surette değersiz olduğu anlamına gelmez. Benzer şekilde, katılımcı teoriyi bilim insanının kendi fikirleriymiş gibi algılamaktadır. Kişisel görüşlerin değişebileceğini bilen katılımcının teorilerin değişimini de bilimsel alandaki kabul edilen hali dışında, bu şekilde gerekçelendirmiş olabileceği düşünülebilir. Yasaların da değişebilir olduğu görüşüne yer vermemesi bakımından katılımcı bağdaştırıcı görüşe (1.5) kodlanmıştır.

K16 kodlu katılımcı da bağdaştırıcı görüşe sahiptir ve bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili olarak şu görüşleri paylaşmıştır:

> "*Teoriler değişebilir. Çünkü insanların fikirleri gittikçe değişebilir. Bir insana doğru gelen bir bilgi başkasına doğru gelmeyebilir. Örneğin, insanlar daha önce dünyanın düz bir yer olduğunu söylemişlerdi. Ama zaman geçtikçe dünyanın yuvarlak olduğu ortaya çıkmıştır. Bu konudan anlayacağımız şey, her insanın farklı bir görüşü vardır. Onu kanıtlamak için çeşitli şeyler yapar. Onun tersini düşünen veya farklı bir düşüncede olan insan ise diğerinin tezini nasıl çürütebilirim diye düşünür.*"

Görüşlerinde kanıtlamadan bahseden katılımcı aynı zamanda teoriyi kişisel bir bilgiymiş gibi algılama eğilimindedir. Teorilerin değişebilir olduğunu tam olarak nasıl gerekçelendirdiğini anlamak için beşinci soru kilit roldedir. Katılımcı beşinci soruya:

> "*Bilimsel bir teori daha çok kanıtlanmamıştır, yani kesin değildir. Değişebilecek bilgilerden oluşur. Yasa ise çoğu insan tarafından kabul görmüş olan şeylerdir.*"

şeklinde yanıt vermiştir. Katılımcı teorilerin değişebilir olmasını kanıtlanmamış olması üzerinden gerekçelendirmiştir. Değişebilir olma özelliğini yasadan ziyade teoriye yüklediği için de yasaların çoğu insan tarafından kabul edildiğini ve değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

K18 kodlu katılımcının bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

> "*Bilimsel teoriler değişebilir. Bunda teknolojinin etkisi vardır. Teknoloji her zaman gelişim halindedir. Örneğin, daha önceden öne sürülmüş olan atomla ilgili teoriler birbirinden farklıdır. Daha sonradan geliştirilmiş olan teoriler daha iyidir. Teknolojinin daha da gelişmesiyle atom teorileri de gelişir.*"

Aynı katılımcı görüşlerine şöyle devam etmiştir:

> "*Bir bilginin ilk halini geliştirilmiş oldukları teorileri bilmeden anlayamayız. Örneğin atom teorisinde Bohr Atom Teorisini bilmeden bir şey yapamayız. Bohr Atom Teorisini öğrenip Rutherford Atom Teorisine nasıl ulaşıldığını, geliştirilebilecek durumların olup olmadığını kontrol etmeliyiz. Yani harfleri bilmeyen bir öğrenciden sözcükler oluşturmasını bekleyemeyiz."*

Katılımcı bilgili görüşe ait olan pek çok görüşe sahiptir. Örneğin katılımcı bilimsel bilginin gelişiminde teknolojinin etkisinden bahsetmektedir. Teorilerin farklı

olabileceğine, gelişmiş teknolojiler yardımıyla oluşturulan teorilerin daha açıklayıcı olduğuna değinmektedir. Bilgilerin teori kökenli olduğu imasında bulunmuş ve teorilerin birbirini tamamen yok sayacak şekilde geliştirilmediğine vurgu yapmıştır. Bununla birlikte, katılımcı yasalarla ilgili olarak şu görüşleri paylaşmıştır:

> "*Bilimsel bir teori, bilim insanları tarafından oluşturulur. Bilimsel bir yasa ise bilim insanlarının çalışmaları doğrultusunda kanıtlanmış ve kanun halini almıştır.*"

Katılımcı önceki katılımcılara benzer şekilde teorilerin değişebileceğini ancak yasaların değişemeyeceğini düşünmektedir. Bu nedenle kodlayıcı tarafından bilgili görüşe değil bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Benzer durum K26 kodlu katılımcının görüşlerinde de söz konusudur. Katılımcı:

> "*Teoriler zamanla değişir. Değişen teoriler yeni sonuçlar elde etmemizi sağlar. Problem tespit edildikten sonra bazı fikirler deney yapana kadar geçerli olur. Deneyden sonra hipotezler kurularak yeni bir bilgi ortaya çıkana kadar o durum yasalaşır.*"

şeklinde görüş bildirmiştir. Katılımcının teorilerin deneyler ve hipotezler yoluyla değiştikçe yasalaştığı fikrine sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerine benzer görüşlere deney grubundaki katılımcılarda da rastlanmıştır.

Deney grubunda yer alan D3 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir:

> "*Yasalaşmadığı için değişebilir. Demek ki daha tam oturmamış durumlar var ki sürekli araştırıyorlar.*"

> "*Tabi ki de vardır teori kesinleştirilmemiş bilgidir yasa ise kesinleşen bilgilerdir.*"

Katılımcının teorilerin neden sürekli olarak araştırıldığı konusundaki görüşü ilginçtir. Teoriler oluşturma konusunda bilimsel alandaki yoğun çabaları "tam oturtulmamış" bilgileri yasalaştırmak olarak görmüştür. Bu görüş teorilerin bilimsel etkinliklerdeki rolünü önemsemeyen veya hak ettiği değeri vermekten çok uzak olan bir görüştür. Çünkü teoriler sahip oldukları çerçeveler aracılığıyla bilimsel etkinliklere kavramsal ve teorik anlamda destek vermektedir ve bu destek sayesinde bilimsel çalışmalara yön vermektedir. Öte yandan, bilimsel teoriler açıklama ve tahmin etme güçleri sayesinde ön plana çıkmaktadır. Çünkü teoriler yalnızca dolaylı kanıtlar

aracılığıyla test edilme olanağına sahiptir. Yani, birçok teori ilgilendikleri olgulara ilişkin doğrudan kanıtlardan mahrumdur. Bununla birlikte, "görmek inanmaktır" şeklinde de ifade edilen hatalı görüşte olduğu gibi, doğrudan kanıtların var olmaması o teorilerin kurulmaması veya üzerinde çalışılmamasını gerektirmez. Bilimsel açıklamalar yalnızca doğrudan kanıta sahip olduğumuz olguları ele almaz. Dolaylı kanıtlar aracılığıyla sonuca ulaşmaya çalışan teorilerin gücü açıklayıcı ve tahmin edici özelliklerinin yüksek olmasından gelir (Abd-El-Khalick 2005). Benzer şekilde, teorileri kesinleşmemiş, yasaları ise kesinleşmiş bilgiler olarak belirtmesi bakımından katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Atom teorisi örneğinden yola çıkan D6 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir:

> "*Evet değişebilir çünkü teknoloji geliştikçe bilim daha çok araştırabilir duruma gelir. Örneğin atom teorisini zamanla değişti. Evren geliştikçe bazı şeyler değişiyor onun için teoriler de değişebilir. Eğer bilgiyi bilmezsen o zaman zaten bilgiyi geliştiremezsin."*

Katılımcı teorilerin değişebileceğini belirtmekle birlikte, bu değişimin kaynağı olarak teknolojinin gelişmesini ve dolayısıyla evrenin gelişmesini örnek vermektedir. Bununla birlikte, teorilerin var olan bilgilerin yeniden yorumlanması veya toplumsal alandaki ilerlemeler sayesinde elde edilen yeni paradigmalar yoluyla da değişebileceğine değinmemektedir. Katılımcının görüşleri teorilerin değişiminin zamanla kendiliğinden gerçekleştiği ve var olan teorilerin açıklayıcı kapasitesi sayesinde gelecek araştırmalara yön verme ihtimalinin yüksek olduğu fikrini içermemesi ve görüşlerinin devamında yasaların da değişebilir olduğunu belirtmemesi bakımından katılımcı tarafından yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D25 kodlu katılımcının görüşleri ise şu şekildedir:

> "*Teorilerin değiştiğini; Bohr Atom Modeli, Thomson Atom Modeli gibi geçmişe baktığımızda değiştiğini, aynı şekilde evrimde herhangi bir konunun bir A bilim adamı tarafından farklı bir şekilde söylenirken, bir B bilim adamı ise onun aksine bir durum ifade eder. Zaman, insan, teknoloji, yaşam tarzı, kültür, bakış açısı hepsi bu teorilerin değişimine sebep olur.*"

> "*Gerçeğe en yakın olan teoriler çıktıkça bir öncekini sömürüyorlar. Bizler de birkaç bilim adamının gerçek budur diye kabul ettikleri görüşleri kabul ediyoruz. Zamanla değişmesi bence olumlu bir durum, onlar değiştikçe teorinin daha kapsamlı olduğunu görebiliyoruz.*"

Katılımcının teorilerin değişimine sebep olan etmenleri geniş bir şekilde ifade ettiği görülmektedir. Bununla birlikte, gerçeğe yakın teoriler derken göreli bir doğruluğu

ima etmektedir ve sonraki teorilerin önceki teorileri dikkate alarak geliştiklerini eleştirel bir dille ifade ettiği görülmektedir. Ancak görüşlerinin devamında yasaların değişebilir olduğunu herhangi bir şekilde bildirmediği için katılımcı bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

İlgili alan yazında ulaşılan bulgulara katılımcıların görüşlerinde de rastlandığı görülmektedir. Katılımcıların ifade ettiği üzere, bilimsel bilgi kanıtlanarak en son halini almış olan bilgiden ziyade değişime dirençli ve güvenilir, ancak asla mutlak ve kesin olmayan bir yapıdadır (Lederman vd. 2002). Teorik çerçevelere ilişkin yeni kanıtlar veya teknolojik gelişmelerle birlikte bilimsel bilgi değişebilir (Akerson vd. 2000). Benzer şekilde, sosyal ve kültürel kapasitedeki artışlar ve araştırma programlarında ele alınan yönelimlerle birlikte bilimsel bilgiler değişebilir (Lakatos 1982). Bu araştırma kapsamında elde edilen bulguları destekleyen çalışmalar mevcuttur (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Schwartz vd. 2004, Akerson ve Volrich 2006, Ayvacı 2007, Akerson ve Donnelly 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Çil 2010, Bell vd. 2011, Özgelen vd. 2012, Bilican 2014). Temel konu alanlarının sabitleşmiş bilgilerden oluştuğunu ve bu bilgilerin artık değişmeyeceğini, bilimsel araştırmaların amacının olayları ve gerçekleri keşfetmek olduğunu, dikkatle toplanan verilerin bizleri kesin bilgiye götüreceği şeklindeki görüşlerin yaygın olduğu görülmektedir (Aikenhead ve Ryan 1992, Akerson vd. 2000). Akerson ve Donnelly (2008) bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olan öğretmen adaylarının bilime geleneksel açıdan yaklaşma eğilimlerinin olduğunu tespit etmiştir. Haidar (1999) katılımcıların yarıya yakın kısmının bilimsel bilginin birikimli olduğunu düşündüğünü tespit etmiştir. Lederman (1992) öğrencilerin laboratuvar çalışmalarında hep aynı bulgulara ulaşmaya çalışmaktan sıkıldıklarını ve laboratuvarda bilimin doğasına ilişkin tartışmalar yapılmasına fırsat verilmediğinden yakındıklarına değinmektedir. Öte yandan, bilimsel bilginin yasa olabilmesi için doğruluğuna ilişkin akılda hiçbir sorunun kalmaması gerektiğini savunuyorlar. Atom teorileriyle ilgili yeni kanıtlara ihtiyaç duyulabilir, ancak Newton'un hareket yasası defalarca sınanmıştır ve doğru olduğu görülmüştür diyorlar. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) bu bileşende uygulamalar öncesinde %85'lik yetersiz görüş tespit etmiştir. %78'i ders kitaplarındaki bilgilerin bilim insanlarının onayladığı doğru bilgiler olduğunu ve bu nedenle asla değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Bilim insanları emin olmasa o bilgiler kitaplara konmazdı deniyor.

Katılımcıların bilimsel bilginin değişiminde bilgi eklenmesi görüşünü paylaştıkları görülüyor. Hiçbirinin mevcut bilgiler yanlışlanabilirdir demediklerine değiniyor. Benzer şekilde Bell vd. (2011) öğretmen adaylarının %95'inin bilimsel bilginin değişmeyeceğini düşündüklerini tespit etmiştir. Wahbeh (2009) uygulamalara katılan %68'lik kısmın bu bileşende yetersiz olduğunu tespit etmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) katılımcıların %50'sinden fazlasının yetersiz görüşe sahip olduğunu tespit etmiştir. Abd-El-Khalick ve Lederman (2000b) fen bilimleri öğretmen adaylarının çoğunluğunun bu bileşende yetersiz olduklarını tespit etmiştir. Khishfe (2012b, 2012c) katılımcıların sosyobilimsel konular bağlamında bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) öğrencilerle gerçekleştirdiği uygulamalı çalışmada küresel ısınma ünitesi bağlamını kullanarak bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan grupları karşılaştırmıştır. Uygulamalar öncesinde hiçbir katılımcının bu görüşe ilişkin olarak bilgili görüşlere sahip olmadığını tespit etmiştir. Yacoubian ve BouJaoude (2010) altıncı sınıf öğrencilerinin uygulamalar öncesinde %55'inin bu bileşende yetersiz olduklarını görmüştür. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlere rastlamamıştır. Bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığını sorgulayan ender çalışmalardan birinde, Khishfe (2015) katılımcıların uygulamalar öncesinde yarıdan fazlasının yetersiz görüşe sahip olduklarını ve birçok katılımcının bilimsel bilginin kanıtlandığını, dolayısıyla değişmeyeceğini düşündüklerini tespit etmiştir. Abd-El-Khalick (2005) bilim felsefesi aracılığıyla yürüttüğü uygulamalar öncesinde öğretmen adaylarının %73'ünün bilimsel bilginin değişmediğine inandıklarını, bazılarının ise bilimin diğer düşünme disiplinlerinden ayıran şeyin mutlak gerçekliği araması olduğunu düşündüklerini rapor etmiştir. Mevcut çalışmada, deney grubunda yer alan katılımcıların %25'nin yetersiz görüşe, kalan %75'inin ise bağdaştırıcı görüşe sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda bu oranın %69.70 düzeyinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların ağırlıklı olarak bağdaştırıcı görüşe sahip oldukları görülmektedir. Bu bulgu diğer araştırmalardan elde edilen sonuçlarla da örtüşmektedir (Çil 2010, Köksal, Çakıroğlu ve Geban 2013).

Bilimsel bilginin değişiminde mevcut verilerin yeniden yorumlanabileceği durumu ihmal edilmekte ve teknoloji geliştikçe doğal olarak bilimsel bilginin de değiştiği gibi görüşlere rastlanılmaktadır. Katılımcılar teknolojinin gelişmiş olmasının tek başına bilimsel bilginin değişmesini garanti etmediğini anlayamamakta ve dolayısıyla teknolojik

gelişmeyle bilimsel gelişmeyi bire bir aynı görmektedir (Akerson vd. 2000). Bu yanlış algının oluşmasında bilimsel araştırma sonuçlarına ilişkin medyada yer alan haberler etkili olmuş olabilir. Çünkü yazılı ve görsel medyada yer alan birçok haber sitesi yapılan yeni bir araştırmadan ve o araştırmadan elde edilen yeni bulgulara değinmektedir. Bu durum, katılımcıların bilimsel bilginin yeni araştırmalar yapılmaksızın değişmeyeceğine inanmalarına neden olmuş olabilir. Bu argümanı kuvvetlendirmek adına, eldeki verilerin tekrar yorumlanması ve bu sayede yaygın kabul gören bir bilimsel bilginin değiştiği üzerinde ısrarla duran haberlerin yok denecek kadar az olduğu söylenebilir. Katılımcıların dinozorlar ve atomlar hakkındaki bilgilerin değişebilir olması ile ilgili olarak çelişkili ifadelerde bulunmaları bu konuların günlük hayatlarında ne kadar somutlaştırıldıklarıyla ilgili olabilir. Maketler ve çizgi filmler aracılığıyla dinozorları daha somut halde gören katılımcıların, ders kitaplarında model olarak çizilen ve günlük yaşamlarında gözlemleme fırsatı bulamadıkları atomlar hakkındaki bilgilerin değişebilir olmasını daha çok savunmaları doğal karşılanabilir (Çil 2010). Bu duruma örnek olarak Khishfe'nin sosyobilimsel konular bağlamında elde ettiği sonuçlar verilebilir. Khishfe (2014) çalışmasında bilimin doğası anlayışlarının aşina olunan veya hakkında daha çok içerik bilgisine sahip olunan sosyobilimsel konulara daha kolay transfer edilebildiğini göstermiştir. Benzer durum Metin (2009) tarafından da tespit edilmiştir. Bu araştırmada görülen, bilimsel bilgilerin kanıtlanmadan ders kitaplarına konulamayacağı görüşü de sıkça karşılaşılan bir görüştür (Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Khishfe ve Lederman 2006).

Özetle, elde edilen tüm bulgular ışığında bilimin doğasına ilişkin olarak bu bileşende yetersiz görüşlere rastlandığı görülmüştür. Öte yandan görüşlerin bağdaştırıcı görüşte toplandığı görülmüştür. Teorilerin yasalara ulaşmada bir ara basamak olarak görüldüğü de elde edilen bulgular arasındadır. Genel olarak, teorilerin hiyerarşide daha alt basamakta olduğu ve teorilerin bilim insanlarının kendi görüşleri gibi ifade edildiği sonucuna varılmıştır. Bunda "yerel dil" faktörünün etkili olduğu söylenebilir. Teorilerin sürekli olarak araştırılıyor olmasının onların henüz oturmamış bilgiler olmasına bağlandığı görülmüştür. Son olarak bilimin doğasına ilişkin yetersiz görüşlerin bilime geleneksel açıdan bakan bireyler arasında daha yaygın olduğu sonucundan yola çıkılarak bu araştırmada yer alan katılımcıların geleneksel bilim paradigmasının varsayımlarından etkilendikleri sonucuna varılmıştır.

4.1.2.1.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan beşinci soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu kodlamada yetersiz görüşe (0) teori ve yasayı tam olarak tanımlayamayan, teorilerin değişebileceği ancak yasaların değişmeyeceği görüşüne sahip olan katılımcılar kodlanmıştır. Teoriyi ya da yasadan birini doğru olarak ifade eden katılımcılar bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır. Bağdaştırıcı görüş kategorisine (2) hem teoriyi hem de yasayı doğru olarak ifade eden katılımcılar kodlanmıştır. Bilgili kategorisinde (3) ise katılımcılardan teori ve yasayı doğru olarak ifade etmeleri ve bunun yanı sıra yanıtlarında çelişkili ifadelere yer vermemeleri ve yanılgılara sahip olmamaları beklenmiştir.

Analizler sonucunda hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların tamamına yakınının yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan 2 katılımcının (%6.06) bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olduğu, diğer tüm katılımcıların yetersiz görüş kategorisinde (%93.93) toplandığı görülmüştür. Deney grubunda ise katılımcıların tamamı yetersiz görüş ve bağdaştırıcı olmayan görüş kategorilerinde yer almıştır. Her iki gruba ilişkin bu veriler, katılımcıların en çok bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olduklarını göstermektedir.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K9 kodlu katılımcının teori ve yasalarla ilgili görüşleri incelendiğinde şu ifadeleri kullandığı görülmüştür:

> *"Yasalar doğada gözlemlenen olayların ifade edilmesidir. Genellikle formüllerle ifade edilir. Teoriler ise bu yasalardan yola çıkılarak yapılan açıklamalardır. Bu nedenle teoriler değişebilir."*

Görüldüğü üzere, katılımcı teori ve yasayı doğru bir şekilde tanımlamıştır. Teori ve yasa arasındaki ilişkiyi doğru bir şekilde ifade eden katılımcının bu ilişkiyi nasıl gördüğünün anlaşılması için diğer görüşlerine bakılabilir. Katılımcı ayrıca şu görüşleri paylaşmıştır:

> "*Bilimsel bilgi değişebilir. Çünkü, bilim bilginin değişebileceğini kabul eder. Örneğin bir bilim insanı evrende dokuz gezegen var demişse ve bunu yeterli kanıtlarla gösterebilmişse veya başka bir bilim insanı bunun aksini söyleyip karşıt kanıtlarını sunuyorsa ikinci bilim insanının görüşü doğru olur ve ilki çürütülmüş olur. Teori ile yasa arasında elbette fark vardır.*

Teoriler kabul görmeleri halinde yasalara dönüşürler. Yani, teoriler yasalar için bir nevi merdiven basamakları gibi işlev görür."

Teori ve yasayı doğru bir şekilde tanımlayan katılımcı bu iki bilimsel bilgi türü arasındaki ilişkiyi hiyerarşi temelinde değerlendirmektedir. Teorilerin kabul görmelerinin onların yasalara dönüşeceği anlamına geldiğini düşünmektedir. Bu görüş McComas (1998)'ın evrensel bilimsel yöntem algısına işaret eder. Bu görüşe göre bilimsel bilgi türleri arasında daha önceden kurgulanmış bir hiyerarşi mevcuttur. Örneğin hipotezler doğrulandığında teorilere, teoriler de doğrulandığında yasalara dönüşür. Bu görüş öğretmenler, öğretmen adayları ve öğrencilerde son derece yaygın olan bir görüştür (Akerson vd. 2000). Teori ve yasayı doğru şekilde tanımlamış olmasına rağmen, teorilerin yasalara dönüşeceğini düşünmesi nedeniyle katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K13 kodlu katılımcı ise teori ve yasalarla ilgili şu görüşlere sahiptir:

"*Teoriler açıklama yapmayı amaçlar. Açıklamalar zamanla değişebilir. Bu yüzden teoriler de değişebilir. Gözlem ve çıkarımlara dayanmasına rağmen teoriler kanıtlanmamıştır. Teoriler, üzerinde çalışmalar yapılmasına rağmen iddia olarak kalmıştır. Ancak, yasalar üzerinde araştırma yapıldığında hipotezler ve deneyler yoluyla yasaların varlığı kanıtlanmıştır. Yasalar herkes tarafından kabul görmüş ve deneylerle ispatlanmıştır. Örneğin, Darwin'in Evrim Teorisi'ne baktığımızda insanların maymunlardan geldiği görüşünü savunduğunu görürüz. Ancak, insan soyunun atalarının maymunlardan geldiğini kanıtlayamadığı için yasa haline gelemeyeceğini söyleyebiliriz."*

Katılımcı teorilerin değişebileceği görüşüne sahip olmakla birlikte, yeterli bilimsel desteğin sağlanması durumunda teorilerin yasalara dönüşeceğini ve en üst mertebede geçerli olacağını düşünmektedir. Bilimsellik ölçütü olarak, diğer katılımcılara benzer şekilde, "kanıtlanabilirlik" ölçütünü kullanmıştır. Bilimsel bir bilgi türünün kanıtlanabilirlik nazarında değerlendirilmesi gözlemler ve deneyler sonucunda elde edilen kanıtların bilimsel etkinlikler sonucunda doğrudan ulaşılan sonuçlar olarak algılanmasına neden olabilir. Oysa deneyler yoluyla elde edilen veriler bilimsel bir sonuca ulaşılması sürecinde kullanılan diğer aracılardan biridir. Deney verileri kendi başlarına bir sonuç değildir ve çoğu durumda teorilere doğrudan gözlemler sonucunda ulaşma imkanımız yoktur (Abd-El-Khalick ve Lederman 2002). Katılımcı verdiği örnekte Evrim Teorisi'nden insanların maymunlardan geldiğini iddia eden bir teori olarak

bahsetmiştir. Bu görüş esasında doğru değildir. Evrim Teorisi canlıların mutasyonlar ve doğal seçilim yoluyla tesadüfi değişimler geçirdiğini ifade eder. Yani insanların maymunlardan geldiğini kanıtlamak gibi bir hedefi yoktur. Bilimsellik ölçütü olarak kanıtlanabilirlik ölçütünü kullanma eğilimi gösteren öğrencilerin evrim teorisi ve diğer birçok teoriyi değerlendirirken kesin sonuçlara ve kesin kanıtlara değer vermesi pek de sürpriz olarak değerlendirilmemelidir. Teori ve yasa ile ilgili kabul edilebilir görüşler sunmasına karşın, teori ve yasa arasında bir hiyerarşi olduğu ve yasaların daha üstün olduğunu belirttiği için katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerine benzer görüşlere deney grubundaki katılımcılarda da rastlanmıştır.

D5 kodlu katılımcı ise evrensel geçerlik bağlamında yaptığı değerlendirmede:

> "*Bilimsel teoriler tam olarak kanıtlanamamıştır. Bilgilerden oluşmuş ve dünya çapında kabul görmemiştir. Yasa ise tüm dünya tarafından kabul görmüştür.*"

görüşüne yer vermiştir. Teorilerin henüz tam anlamıyla kanıtlanamadığından ve bu nedenle de dünya çapında kabul edilebilirliklerinin olmadığından bahsetmektedir. Ona göre yasayı üstün kılan şey onun dünya çapında tanınır olması ve dünyanın her yerinde geçerli olmasıdır. Katılımcı bu görüşlerinden dolayı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Öte yandan, yasa kavramını günlük dildeki kullanımıyla karıştıran katılımcılar da mevcuttur. D13 kodlu katılımcının bu konudaki görüşleri şu şekildedir:

> "*Teori değişebilir, ama yasa değişemez. Yasa demek kanun demektir ve biz kanunları kafamıza göre değiştiremeyiz.*"

Katılımcı yasa demek kanun demek sözüyle günlük hayatta sıkça kullandığımız hukuka dayalı yasalara atıf yapmakta ve onların değişebilir olmamasını bilimsel yasalarla ilişkilendirmektedir. Bu benzetme yoluyla yasaları değişmez olarak gören katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Bilimsel alandaki buluş bağlamını tam olarak kavrayamamış katılımcılar da mevcuttur. Örneğin, D17 kodlu katılımcı yasayı tanımlarken şu ifadeleri kullanmıştır:

> "*Bilimsel teoriler değişebilir, fakat bilimsel yasalar değişemez. Çünkü, yasa haline gelmiş bir bilgi türü dünya çapında kabul görmüştür. Örneğin, yer çekimi kanunu bilimsel bir yasadır, çünkü kanıtlanmış ve kabul görmüştür.*"

Katılımcının görüşlerini pekiştirmek için yer çekimi yasasını örnek verdiği görülmektedir. Katılımcının belirttiğinin aksine yer çekimi yasası doğrulamadan ziyade

buluş bağlamı içerisinde değerlendirilebilecek bir yapısal mekanizmaya sahiptir. Katılımcı yine kanıtlanmış ve herkesçe kabul edilmiş olma ölçütünü öne çıkarmaktadır. Bu nedenle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Bu araştırmadan elde edilen bulguları destekleyen ve bu bileşendeki görüşlerin değişiminin diğer bileşenlere göre daha zor olduğunu savunan ve öğretmen adaylarının veya öğretmenlerin bu bileşene ilişkin yetersiz görüşlere sahip olduklarını rapor eden birçok çalışma mevcuttur (Horner ve Rubba 1979, Lederman 1992, Abd-El-Khalick vd. 1998, Akerson vd. 2000, Yalvaç ve Crawford 2002, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Liu ve Lederman 2007, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Bell vd. 2011, Mulvey ve Bell 2017). Teorilerin yasaların daha zayıf halleri olduğu ve yeterli kanıtın sağlanması durumunda teorilerin yasalara dönüşeceği yaygın görülen yetersiz bir görüştür (Bell vd. 2011). Benzer şekilde yasaların kanıtlanmış bilgilerden oluştuğu ve bu nedenle asla değişmeyeceği görüşü de hakimdir. Bu bulgular araştırmadan elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Bu bileşendeki görüşlerin neredeyse diğer tüm bileşenlerle ilişkili olduğu söylenebilir. Örneğin, katılımcılar teorilerin değişebilir olmasını, yeni kanıtların elde edilmesi veya karşıt bir kanıtın bulunması ile ilişkilendirerek kanıta dayalı olma bileşenine atıf yapmaktadır. Var olan verilerin yeniden yorumlanması yoluyla bilimsel bilgilerin değişebileceği görüşünün genellikle ihmal ediliyor olması nedeniyle, teorilerin de elde edilen yeni kanıtların yanı sıra var olan kanıtlara ilişkin yeni bakış açıları sayesinde değişebileceği görüşü de ihmal edilmektedir. Öte yandan, olguların tamamına yakınına yalnızca dolaylı gözlemlerle ulaşılabilmektedir. Ancak katılımcıların teorileri doğrudan açıklanan olaylar gibi algılama eğilimlerinin var olduğu dikkati çekmektedir. Bu görüşün aksine, teoriler çıkarım ve tahmin güçleriyle öne çıkan bilimsel bilgi türüdür. Yani teoriler açıklamalarını dolaylı gözlemler üzerinden yaptığı çıkarımlara dayandırırlar. Bir başka ifadeyle, teorilerin anlaşılması çıkarımların rolünün anlaşılmasını da gerektirir. Gözlemlerin yorumlanması süreci hayal gücü ve yaratıcılığı da gerektirir. Örneğin gözle görülemeyen ve ancak dolaylı gözlemlerle ulaşılabilen atomların modeller şeklinde gösterimi buna güzel bir örnektir. Benzer şekilde tür kavramı da doğrudan test edilemez ve ancak dolaylı gözlemler yoluyla hakkında fikir edinilebilir. Son olarak, katılımcıların teorilerin değişebilir olmasına öznellik içermesini gerekçe gösterdikleri görülmektedir. Yani teoriler bilim insanlarının kendi bireysel düşünceleriymiş gibi

algılanmaktadır. Bu konuda teorilerin günlük yaşamdaki ve özellikle günlük dildeki ele alınış biçimi önemli rol oynamaktadır (Akerson vd. 2000). Onlara göre bilim insanları teorik fikirlerinin uygulanabilirliğini herkese göstermelidir, ancak ve ancak bu şekilde bilimsel bir hal alır ve uygun şartların sağlanmasıyla birlikte yasa halini alır ve ondan sonra hiç değişmez (Bell vd. 2011).

Bilimsel yasalar doğadaki genel ilişkileri veya düzenlilikleri ele alırken, teoriler doğal dünyada var olan bu ilişki ve örüntülerle ilgili olan iyi gerekçelendirilmiş açıklamalardır. Teoriler yasalara dönüşmez, ancak onları açıklar. Yaygın görüş ise teorilerin yeteri kadar kanıtla birlikte yasalara dönüşeceğidir (Aikenhead ve Ryan 1992). Alan yazında, bu araştırmada elde edilen bulgulara benzer bulgulara ulaşan çalışmalar mevcuttur (Aikenhead ve Ryan 1992, Lederman 1992, Smith, Maclin, Houghton ve Hennessey 2000, Abd-El-Khalick 2001, Abd-El-Khalick ve Lederman 2002, Yalvaç ve Crawford 2002, Bell vd. 2003, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Abd-El-Khalick 2005, Erdoğan vd. 2006, Taşar 2006, Liu ve Lederman 2007, Wahbeh 2009, Akerson ve Donnelly 2008, Bell vd. 2011, Yalçınoğlu ve Anagün 2012, Baraz 2012, Wahbeh ve Abd-El-Khalick 2014, Mulvey ve Bell 2017). Teorilerin yeterli kanıt bulunması halinde yasalara dönüşeceği görüşü katılımcıların tümevarım hatasına düştüklerine işaret etmektedir. Bu hata onların yasaları mutlak ve değişime kapalı bilimsel bilgiler olduğunu düşünmeye itmiştir (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick 2001). Bu durum Popper'ın tümevarım anlayışıyla yakından ilişkilidir. Hatırlanacağı üzere Popper "tüm kuğular beyazdır" ifadesinin sayısız doğrulayıcı kanıta rağmen kanıtlanamayacağını çünkü gözlemlenebilir veya gözlemlenebilir olmayan bir mekan veya zamanda siyah bir kuğuyla karşılaşma ihtimalinin daima olacağını belirtmektedir. Bu nedenle, doğrulayıcılardan çok yanlışlayıcıların esas bilimsellik ölçütü olduğunu ve bilimsel bilginin doğruların biriktirilmesiyle değil, yanlışların ayıklanmasıyla üretilebileceğini veya geliştirilebileceğini savunur. Katılımcıların bu ayrımın farkına varmaları onların bilim ile sözde bilimi birbirinden ayırabilmelerine yardımcı olur.

Abd-El-Khalick (2005) çalışmasında uygulamalar öncesinde katılımcıların %90'ının teori ile yasa arasında bir hiyerarşinin mevcut olduğuna, bu hiyerarşide yasanın üstün olduğuna ve teorilerin kanıtlandığında yasalara dönüştüğüne inandıklarını tespit etmiştir. Bu oran Mulvey ve Bell (2017)'in son çalışmasında %68 olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Erdoğan vd. (2006) fen bilimleri öğretmen adaylarının %94'lük yüksek

bir oranda bu görüşe sahip olduklarını rapor etmiştir. Araştırmacılar öğretmen adaylarının %75'inin yasaların doğada mevcut olduğunu ve keşfedildiğini düşündüklerini tespit etmiştir. Bell vd. (2011) ise öğretmen adaylarının tamamının teorilerin kanıtlandığında yasalara dönüştüğünü düşündüklerini belirlemiştir. Baraz (2012) tez çalışmasında, uygulamalar öncesinde hem kontrol grubundaki hem de deney grubundaki tüm katılımcıların yetersiz görüş kategorisinde olduklarını tespit etmiştir. Araştırmacı, katılımcıların yasaların değişmeyeceği görüşünü paylaştıklarını ifade etmiştir. Ayrıca, Abd-El-Khalick (2005) tarafından ortaya koyulan ve yukarıda verilen bulguların tamamına Baraz (2012) da ulaşmıştır. Bulguların işaret ettiği bir başka durum ise katılımcıların yasaları kanıtlanmış, teorileri ise henüz kanıtlanmamış bilgiler olarak görmesidir. Bu bulgu alan yazında en çok rastlanan bulgulardan biridir. Abd-El-Khalick ve Akerson (2004) öğretmen adaylarının %96'sının yasaların kanıtlanmış olduğunu düşündüklerini tespit etmiştir. Benzer şekilde, Liu ve Lederman (2007) fen bilimleri öğretmen adaylarının %59'unun teorilerin kanıtlanmadığı sürece değişebileceklerini düşündüklerini tespit etmiştir. Tüm katılımcılar yasaların kanıtlanmış olduğunu ve teorilere göre daha güvenilir olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulgu Lederman (1992), Taşar (2006), Yalvaç ve Crawford (2002), Akerson ve Donnelly (2008) tarafından da desteklenmektedir. Ayrıca, teorilerin değişimi ile ilgili olarak en çok yeni bilgilerin elde edilmesi örnek verilmektedir ve mevcut verilerin yeniden yorumlanabileceği ve bu sayede yeni teoriler geliştirilebileceğine pek değinilmemektedir (Bell vd. 2003). Ek olarak, Mulvey ve Bell (2017) çoğu katılımcının teorilerin bilimsel sorular oluşturma, gözlem ve çıkarım yapma gibi etkinliklerdeki öneminin farkında olmadıkları ve doğrudan gözlemin rolünü abarttıkları çıkarımını yapmıştır. Bu görüşü bu araştırmadan elde edilen bulgular da desteklemiştir. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlere rastlamamıştır. Akerson vd. (2000) bir lisans öğrencisi hariç tüm mezun ve lisans öğrencilerinin bu bileşende yetersiz olduklarını tespit etmiştir. Bu katılımcılar teorilerin değişebilir olmalarına karşın neden onlar üzerinde çalışma yaptığımız konusunda teorilerin açıklayıcı işlevinden ve araştırmalara yön veren kapsayıcı kavramsal çerçeve görevi görmesinden bahsetmemişlerdir. Araştırmacının bu bulgusu mevcut araştırmadan elde edilen bulguyla uyum göstermektedir.

Yukarıda verilen tüm bulgular ışığında, yetersiz görüşlerin en çok bu bileşende yaygın olduğu sonucuna varılmıştır. Genel olarak öğrencilerin, öğretmenlerin veya bu

araştırmanın katılımcılarında olduğu gibi öğretmen adaylarının teorileri yasaların bir alt basamağı olarak gördüğü tespit edilmiştir. Bu durumun gerekçelendirilmesinde ise kanıtlanabilir olma ölçütünün öne çıktığı görülmüştür. Teorilerin anlaşılmasının çıkarımların anlaşılması ile ilişkili olduğu ve katılımcıların bunu kavrayamadıkları görülmüştür. Gözlemlerin yorumlanması ile hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmasını gerektirir. Dolayısıyla ileriki araştırmalarda model kullanımının artırılması önerilebilir. Öte yandan, teorilerin bilim insanlarının kendi fikirleriymiş gibi algılandığı görülmüştür. Bu durum ciddi bir soruna işaret etmektedir ve özellikle günlük dilde kullanılan bazı kalıp ifadelerin bu olumsuzlukları artırdığı söylenebilir. Mevcut verilerin yeniden yorumlanmasıyla teori ve yasaların değişebileceği fikrine ise neredeyse hiç değinilmediği tespit edilmiştir Ayrıca, teorilerin bilimsel sorular türetme ve çıkarımlara dayalı tahminler yürütmedeki rolünün pek önemsenmediği söylenebilir. Bu durum özellikle açıklayıcı güçleriyle ön plana çıkan ve yeni çalışmalara yol gösterme rolünü üstlenen teorilerin anlaşılmamasının hemen hemen tüm bilimin doğası bileşenlerine ilişkin görüşlerin gelişimini olumsuz etkileyeceği izlenimini uyandırmaktadır. Bu nedenle teorilerin ve yasaların özellikleri tanıtılırken aralarındaki ilişki doğru şekilde tanımlanmalı, kesiştikleri noktalara ısrarla değinilmeli ve teorilerin kendi içinde birçok yasayı barındırabileceği üzerinde ısrarla durulmalıdır. Bunun gerçekleştirilmesinde bilim felsefesinin önemli bir rolünün olduğu söylenebilir.

4.1.2.1.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan sekizinci soruya verilen yanıtlar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Analizler yapılırken; bilim insanlarının nesnel oldukları, bilim insanları arasındaki görüş farklılıklarının tam olarak elde edilemeyen ve sağlam olmayan verilerden kaynaklandığı ve ilerleyen zamanlardaki keşiflerle birlikte incelenen olguya ilişkin kesin ve bir tek doğru görüşe ulaşılacağı görüşlerine sahip olan katılımcılar (0) koduna kodlanmıştır. Bu kategoriden farklı olarak, bilim insanlarının nesnelliklerini dini görüşleri veya önyargıları nedeniyle bozabileceği ve bu durumun önlenmesi gerektiği şeklinde görüşler bildiren katılımcılar ise (1) koduna atanmıştır. (2) numaralı kategori ise önyargıların öznelliğe neden olabileceği ve bunun teori kökenli olmanın doğal bir sonucu olduğu görüşünü

paylaşan katılımcılara ait olan kategoridir. Son kategoride ise (3) bilim insanlarının aldıkları eğitimin, onların ilgili konuya ilişkin motivasyon düzeylerinin ve bireysel ilgi alanlarının aynı verilerin incelenmesine rağmen farklı görüşlere öncülük edebileceğini düşünen ve yanıtlarında çelişkili ifadelere rastlanmayan katılımcılar yer almıştır.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde bu bileşende yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %42.42'si yetersiz görüşe sahipken, bilgili görüşe sahip olan katılımcıların oranının yalnızca %3 olduğu görülmüştür. Ayrıca, yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerin toplamda %90'ı geçtiği dikkat çekmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcıların ise %43.75'inin, sırasıyla aynı oranda yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olduğu görülmüştür. Elde edilen bu oranlar birlikte düşünüldüğünde, uygulama öncesinde katılımcıların istenen bilimin doğası anlayışlarından çok uzak oldukları çıkarımı yapılabilir. Bu durum, kullanılan dereceli puanlama anahtarının geçerliği ve güvenirliği veri iken, katılımcıların; bilim insanlarının nesnel olduklarına, dikkatlice toplanmayan verilerin farklı yorumlamalara neden olabileceğine, aynı deneyleri yapan bilim insanlarının eninde sonunda aynı gerçekliğe ilişkin bulgulara ulaşacaklarına ve aynı veriye bakan bilim insanlarının kendi fikirleri doğrultusunda farklı sonuçlara ulaşamayacakları gibi yetersiz görüşlere sahip olduklarını göstermektedir.

K17 kodlu katılımcının bu bileşene ilişkin görüşleri şu şekildedir:

> "*Bilim insanları bu büyüklükte olan ve üreme sürecinde herhangi bir sorun bulunmayan bir canlının nasıl yok olabileceği ile ilgili sorular sormuşlardır. Bu sorulara yanıt ararken en uygun olanın peşinde olmuşlardır. Farklı çıkarımların ortaya çıkmasının temel nedeni bilim insanlarının farklı şekillerde gerçekleşmiş olabilecek olayları açıklamaya çalışmalarıdır.*"

Katılımcının konuya ilişkin farklı görüşler sunan iki grubun farklı teoriler üzerinden hareket ettiklerinden ziyade bu durumu farklı çıkarımlar yaptıkları şeklinde yorumladığı görülmektedir. Bu görüşün dışında ön yargıların etkisinden ne olumlu ne olumsuz anlamda bahsetmesi ve bilgili görüşte verilen bilim insanlarının farklı geçmişlere, düşüncelere ve konuya ilişkin motivasyona sahip olabilecekleri gibi etmelerden bahsetmemesi nedeniyle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

K9 kodlu katılımcının bu bileşene ilişkin görüşleri şu şekildedir:

"*Bilim insanları yaşadıkları ortam ve kültürden etkilenirler. Bu yüzden farklı ortamlarda bulunan bilim insanları farklı görüşlere sahip olurlar ya da bir grubun öne sürdüğü görüş diğerine göre daha doğru geldiği için kabul edilmiş olabilir."*

Katılımcının bilim insanlarının yaşadıkları ortamın ve içinde bulundukları kültürel özelliklerin onları etkileyebileceğini bildiği görülmektedir. Üstü kapalı bir şekilde bir grubun diğer grubun argümanlarını çürütmüş olabileceğinden bahsetmektedir. Bununla birlikte, verilen yanıt farklı görüşlerin mevcut olmasının bilimin teori kökenli olmasının doğal bir sonucu olduğuna ilişkin net bir ifade içermemektedir. Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

Bilgili görüşe sahip olan K13 kodlu katılımcı şu görüşleri paylaşmıştır:

"*İki farklı bilim insanının takip ettiği teoriler, gözlemlere dayanan farklı çıkarımlara öncülük edebilir. Yani, aynı yerde aynı konuyu inceleyen bilim insanlarının ulaştıkları verilerin yorumlanmasıyla ulaşılan çıkarımlar farklılaşabilir. Bu çıkarımlar bilim insanlarının aldıkları eğitimle ve kendilerini geliştirmiş olmalarıyla ilişkilidir."*

Katılımcının bilimsel tartışmaların bilimin teori kökenli olmasından etkilendiğine ve aynı gözlem verilerinin farklı teorik çerçeveler altında farklı çıkarımlara öncülük edebileceğine değindiği görülmektedir.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerine benzer görüşlere deney grubundaki katılımcılarda da rastlanmıştır.

D20 kodlu katılımcının görüşleri ilgili alan yazında sıkça rastlanan ve yetersiz görüşü fazlasıyla yansıtan bir içeriğe sahiptir. Katılımcı bu konuda şu görüşleri paylaşmıştır:

"*Çünkü iki grup da esas nedeni tam olarak bilmiyor. Dinozorların yaşadığı doğrudur. Kanıtları ise kemiklerdir. Zaman konusunda ise tam olarak emin olamayız. Doğru zamanı bulabilseydik zaten iki grup farklı görüşte olmazdı.*"

Katılımcı dinozorların yaşadığından emin olunduğunu düşünmektedir ve bunu da yalnızca kemiklerin var olmasıyla açıklamaktadır. Unutulmamalıdır ki mağara duvarlarına çizilen resimler veya dinozorlara ilişkin fosiller önemli kanıtlardır. Bununla birlikte, hayal gücü ve yaratıcılık barındırmayacak şekilde tek başlarına dinozorların varlığını doğrulayamazlar. Katılımcının son cümlesi ise çok önemli bir işaret niteliğindedir. Katılımcı olayın geçmişteki bir zamanda gerçekleştiğini ve bir daha tekrarlanamayacağını belirtmektedir. Eğer zaman bilinseydi olay tamamen aydınlatılırdı

ve herkes bu konuda aynı görüşe sahip olacak şekilde hemfikir olurdu demek istemektedir. Katılımcı bu görüşüyle bilim insanlarının zihinlerindeki teoriler doğrultusunda yorumlamalar yaptığı ve yer yer hayal gücü ve yaratıcılıklarına başvurdukları görüşünü yadsımaktadır. Benzer bulguya Çil (2010) de ulaşmıştır. Bu nedenle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

D29 kodlu katılımcının görüşleri ise şu şekildedir:

> "*Benzer veriler kullanabilirler ama düşünceleri farklı olduğu için farklı çıkarımlara ulaşıyorlar. Örneğin bir matematik sorusunu doğru sonuca ulaştırmanın farklı yolları vardır. Öğretmen bir yolu gösterir öğrenci uğraştıktan sonra kendine has kolay bir yol seçer ve bulur. Yani önemli olan düşüncelerini nasıl kullanmasıdır ve düşüncelerin fikirlerinin arkasında olursa istediğini elde edebilir.*"

Katılımcının kontrol grubunda verilen yanıtlara benzer şekilde aynı veriler üzerinden farklı çıkarımlara ulaşılabileceğini belirttiği görülmektedir. Katılımcının istediğini elde etmek ile herkesin eninde sonunda ulaşacağı doğru sonucu ima ettiği ve görüş farklılıklarının nelerden kaynaklanabileceği konusunda örnek veremediği görülmektedir. Bu nedenle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Son olarak D31 kodlu katılımcının şu görüşlere yer verdiği görülmektedir:

> "*Çünkü konular ve hipotez soruları aynı olsa bile bu bilim insanları farklı görüşlere sahip olabilirler ve kişiler kendilerine yakın olan bilgiyi savunurlar. Ayrıca bilim insanlarının kendi teorileri vardır. Olayları o teorilerle yorumlarlar. Teoriler yüzünden bilim insanları önyargılı düşünüyor olabilirler. Ama bu önyargıyı bilim insanları azaltmaya çalışırlar. Böylece daha nesnel olurlar.*"

Katılımcının önyargılı olmanın teori kökenli olmanın bir sonucu olduğunu ve bilim insanlarının bu önyargıyı azaltmaya çalıştıklarını belirttiği görülmektedir. Bu nedenle katılımcı bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Bahsi geçen yetersiz görüşlere önceki çalışmalarda rastlanmıştır (Haidar 1999, Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Abd-El-Khalick 2005, Erdoğan vd. 2006, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2006, Ibanez Orcajo ve Martinez Aznar 2007, Abd-El-Khalick ve Lederman 2009, Morrison vd. 2009, Buaraphan ve Sung Ong 2009, Çil 2010, McDonald 2010, Yacoubian ve BouJaoude 2010, Donnelly ve Argyle 2011, Lederman vd. 2012, Khishfe 2012b, 2012c, Khishfe 2015). Gözlem bir olgu toplama işlemi olmaktan ziyade olgu bulma işlemidir. Gözlem yapılırken yalnızca araştırılan olgular incelenir. Bu olguların bulunması, diğer olgulardan ayırt edilmiş olmasını da beraberinde

getirir. Aynı zamanda, gözlemlenen her olgu kendi içinde yorumlanmış bir algı kümesidir. Bir başka ifadeyle, bir olguda gördüğümüz şeyler o anki algılarımızla sınırlıdır ve algılar duyumların aksine kişiden kişiye değişir. Olgular olduğu gibi değil yorumlandıkları haliyle kavramsallaştırılır. Bir gözlemin bilimsel olabilmesi olguların kasten belirli kişisel istek, amaç ve eğilimlere göre yorumlanmamasıdır. Bu durum bilimsel olan her şeyin kişisel yorumlardan uzak olması gerektiği yanılgısıyla karıştırılmamalıdır (Yıldırım 2011). Abell, Martini ve George (2001) öğrencilerin bilim insanlarının gözlem yaptıklarını ve bu gözlemlerini tahminler ve örüntüler oluştururken kullandığının farkında olduklarını ancak gözlemin bilimdeki bazı rollerini tanımadıklarını belirtmektedir. Öğrenciler kendi öğrenme süreçlerinde gözlemleri, örüntüleri, tahminleri ve açıklamaları birbirinden ayırabilirken, tüm bu süreçteki buluş bağlamını fark edememektedir. Katılımcıların deney yaparken aynı veriler üzerinden önceden ne olduğu bilinen belirli bir sonuca ulaşmaya çalışmaları, onların gözlem ve çıkarımları eşdeğer olarak görmelerine ve dolayısıyla çıkarım yapmanın veya yorumlamanın bilimi nesnellikten uzaklaştıracağına ve bilim insanlarının kendi şahsi görüşlerinin bilimsel etkinliklere katılmasının bilimi bilimsellikten uzaklaştıracağı gibi görüşler geliştirmelerine öncülük etmiş olabileceği söylenebilir (Çil 2010). Katılımcıların nesnelliği sağlamak için ise evrensel yöntem anlayışını öne sürdükleri görülmektedir (Abd-El-Khalick 2001). Onlara göre doğru bilginin bulunabilmesi evrensel bilimsel yöntem basamaklarının adım adım takip edilmesine bağlıdır. Bilim insanları kendi görüşlerini sürece kattıkça bilimsel bilgiden uzaklaşılır (Akerson vd. 2000, Bell vd. 2011). Dinozorların neslinin tükenmesi konusu çıkarımlanan bir olaydır. Tıpkı atomlar gibi, soyun tükenişi görülemez veya doğrudan gözlemlenemez. Çünkü eski zamanlarda olup bitmiştir ve tekrarlanmaya açık değildir. Bu nedenle bu tartışma ile ilgili yalnızca dolaylı kanıtlar referans kabul edilebilir (Abd-El-Khalick 2001). Dinozorlarla ilgili olan tartışmada yeterli kanıtın elde edilmesiyle birlikte, savunulan iki hipotezden birinin diğerine baskın geleceği ve öteki hipotezin terk edileceği gibi bulgulara ulaşılmıştır. Bu bileşene ilişkin yetersiz görüşlere sahip olan katılımcıların iki görüşün de aynı anda var olabileceğini düşünemedikleri ve sorunu kanıt yetersizliğine indirgedikleri görülmüştür. Bazı katılımcılar ise geçmişe gidemeyeceğimiz için bunun hiçbir zaman tam olarak doğrulanamayacağını savunmuştur. Bu katılımcıların bilim insanlarının ortaya attıkları hipotezlerin onların ön bilgilerinden, teorik varsayımlarından ve beklentilerinden izler

taşıdığını kavrayamadıkları söylenebilir. Bu bulgular Abd-El-Khalick (2005) tarafından bilim felsefesi bağlamında mezun ve aday öğretmenlerle gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen bulgularla desteklenmiştir. Benzer şekilde Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) öğrenciler ile gerçekleştirdiği uygulamalı çalışmada küresel ısınma ünitesi bağlamını kullanarak bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan grupları karşılaştırmıştır. Uygulamalar öncesinde hiçbir katılımcının bu görüşe ilişkin bilgili görüşlere sahip olmadığını ve katılımcıların %43'ünün yetersiz görüşe sahip olduğunu tespit etmiştir. Wahbeh (2009) ise uygulamalar öncesinde katılımcıların tamamına yakın kısmının bu bileşende yetersiz olduğunu tespit etmiştir. Bell ve Matkins (2007) ise bu bileşende bilgili görüşlerin oranını %20 bulmuştur. Bu görüşteki yetersizliği tespit eden çalışmalara ek olarak, Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) bu bileşende %73 gibi yüksek bir oranda yetersiz görüşlere rastlamıştır. Benzer durum sosyobilimsel konular bağlamında gerçekleştirilen çalışmalarda da söz konusudur. Khishfe (2012b, 2012c) katılımcıların bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Son olarak Khishfe (2015) lise öğrencilerinin yarıdan fazlasının bu bileşende yetersiz olduklarını tespit etmiştir. Öğrencilerin bunun nedenini bilim insanlarının özelliklerinden ziyade eksik veya hatalı verilere bağladıklarını rapor etmiştir.

Özetle, uygulamalar öncesinde katılımcıların bilimin doğasının bu bileşenine ilişkin yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Bu görüşlerini desteklerken alan yazında da sıkça geçtiği gibi "olayların oldukları asıl zamana gidilebilseydi zaten kimse farklı düşünmezdi" fikrinden yola çıktıkları söylenebilir. Her şeyden önemlisi öğretmen adaylarının olguların oldukları gibi değil de yorumladıkları halleriyle kavramsallaştırıldığını bilmedikleri görülmüştür. Bunda gözlemin rolünü tam olarak bilmiyor olmaları bir etken olabilir. Öte yandan teori kökenli olma durumu ile nesnellik kavramı birbirine karıştırılmaktadır. Özellikle bu bileşende buluş bağlamının farkında olmamalarının bilimsel açıklamaların net bir şekilde ortaya konulabilmesi adına önemli bir engel teşkil edebileceği söylenebilir. Evrensel yöntem anlayışı da bu bileşeni olumsuz etkileyen etmenlerden biridir. Bu görüş bilimsel açıklamaların çıkarımlardan ziyade yalnızca saf gözlemler yoluyla oluşturulduğu izlenimini vererek yetersiz görüşlerin ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Son olarak farklı görüşlerin aynı anda var olamayacağı çünkü farklı görüşlerin varlığının eksik kanıtlardan kaynaklandığı

görüşünün de yaygın olduğu görülmüştür. Araştırmadan elde edilen bu bulguya alan yazında da sıkça ulaşıldığı dikkat çekmektedir.

4.1.2.1.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan son soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz üçlü kategorilendirme ile gerçekleştirilmiştir. Bu kategorilerden yetersiz görüş (0), bağdaştırıcı görüş (1.5) ve bilgili görüş (3) olarak kodlanmıştır. Bu kategoride katılımcılardan beklenen bilimsel bilginin üretiminde hayal gücü ve yaratıcılığın rol oynadığını, görmenin kendi başına bilmek anlamına gelmediğini, hayal gücünün ve yaratıcılığın problem çözümünde ve iyi tasarımlar oluşturmadaki rolünün yanı sıra teori ve ilgili açıklamaların keşfedilmesinde de etkili olduğunu, araştırmacıların hayal gücü ve yaratıcılıklarına araştırma boyunca ihtiyaç duyduklarını bilmeleridir.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde bu bileşende yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %15.15'i yetersiz görüşe sahipken, bilgili görüşe sahip katılımcıların %9.10 oranında kaldığı görülmüştür. Deney grubunda yer alan katılımcıların %9.375'i yetersiz görüşe sahipken, bilgili görüşe sahip olan katılımcıların yalnızca %6.25 olduğu görülmüştür. Bu kategorideki görüşlerin çok büyük bir kısmı hem deney hem de kontrol grubunda bağdaştırıcı görüşte toplanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K4 ve K20 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmamalıdır. Çünkü mesela iki ayrı hipotezi savunan bilim adamlarının aynı verileri kullanarak farklı sonuç bulmaları birisinin hayal gücü ve yaratıcılığının daha ağır basmış olabileceğini gösterir. Çünkü aynı veriler kullanılarak farklı sonuçlar bulunmaz."*
>
> *"Bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünüyorum. Çünkü ortaya atılan bir düşüncenin ne olduğunu biliriz ve ona göre hareket ederiz. Mesela Toriçelli civanın yoğunluğunun fazla olduğunu bildiği için cıva kullanmıştır."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların aynı veriler kullanılarak farklı sonuçlara ulaşılamayacağına ve olayların zaten kendilerini anlattıklarına ve bunun için hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç olmadığına değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşlere sahip olan K2 ve K8 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim insanları yaratıcılık ve hayal gücünü kullanarak araştırmalar yapmaktadır. Zaten bir insan sadece bir bilgi üzerine değil birçok şey düşünerek araştırma yapmaktadır. Bir deney yaptığında o deney sonucunu yasa olarak kabul etmektedir. Deney sonucunda kabul ettiği yasa ne işe yarayacağını, bunu yapınca insanlığa ne yarar sağlayacağını düşünerek yapmalıdır."*

> *"Evet kullanmalıdır. Ama bazı aşamalarında öncelikle bilimi oluştururken hayal gücünden faydalanabilirler. Ancak bilgilerin düzenlenmesi sonuca varma aşamalarında kullanmalıdır. Çünkü kesin bilgiye varmak için deney ortamındaki terimsel değerler kullanılmalıdır."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılığın araştırmaların belirli aşamalarında kullanılması gerektiğini belirttikleri görülmüştür. Deneylerle ilgili çelişkili ifadeler de dikkate alınarak katılımcılar bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Bilgili görüşe sahip olan K3, K13 ve K33 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bence her aşamada yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmaktadırlar. Planlarken düzenlerken veri toplarken yani her aşamada kullanılmaktadır ki zaten ister istemez kullanırlar."*

> *"İki bilim adamının yaptığı teoriler yaptıkları gözlemler sonucunda yaptıkları çıkarımlardır. Yaptıkları gözlemler sonucunda aynı yeri aynı konuyu inceleyen bilim adamlarının elde ettikleri veriler sonucunda kendi görüşlerinin düşüncelerinin aynı olmaması bu teoriden farklı çıkarım yapmalarına sebep olmuştur. Çıkarım yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmışlardır."*

> *"Ben eğer bir bilim adamı olsaydım hayal gücümü kullanarak bir problemin neden böyle olduğu düşünerek hayal ederek bir sonuca varırdım. Yani bilim insanları ileri sürdükleri sorulara cevap bulmaya çalışırken deneyler ve araştırmalarını hayal ederek, yaratıcılıklarını kullanarak yapmışlardır. Örneğin Newton ağacın altında otururken başına bir elma düşmüş ve bunu hayal ederek yer çekim kanununu bulmuştur."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların her aşamada hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç duyulduğuna ve yapılan çıkarımların hayal gücü ve yaratıcıktan etkilendiğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan D6 ve D19 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim insanları hayal güçlerini kullanmazlar. Çünkü onların yaptığı bilimler daha çok deneyler sonucunda yapılır. Bilim hayal gücüyle olacak bir şey değildir.*"

> "*Bilim insanları ileri sürdükleri sorulara yanıt ararken yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmazlar, çünkü yaptıkları çalışmalar sonucunda elde ettikleri bilgileri sadece kendileri değil herkes kullanacağı için böyle bir hata yapamazlar.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının deneylerle uğraşması bakımından hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarına, bilimin hayal gücünden bağımsız bir şey olduğuna ve üretilen bilgilerin herkes için geçerli olabilmesi için hayal gücü ve yaratıcılık içermemesi gerektiğine değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D3, D8, D17, D27 ve D30 kodlu katılımcıların görüşleri şu şekildedir:

> "*Bilim insanı zaten yaratıcı olmalıdır. Çünkü tıkandığı yerde hayal gücü ve yaratıcılığı devreye girer.*"

> "*Planlama basamağında hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü bir araştırma yapılırken yeni bir bilgiye ulaşmak için bazı hipotezler kurulur, tahminlerde bulunulur. Bunu yaparken de hayal güçlerini kullanabilirler. Ama bundan sonraki aşamada objektif olmalı, nesnel olmalı ki kanıtlansın.*"

> "*Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmak zorundadırlar. Çünkü edindikleri bilgileri kendi süzgeçlerinde geçirdikten sonra araştırmanın diğer aşamalarına geçerler. Yaşadıkları sorun karşısında yaratıcılıklarını duruma göre kullanırlar.*"

> "*Bilim insanı hayal gücünü ve yaratıcılığını araştırmalarına başlarken merak ettiği konu üzerinde kafasında düşündükleriyle hayal gücüyle yapabileceğine ve yaratıcılığına inanarak araştırmalarına başlar.*"

> "*Bilim insanları araştırmaların planlama ve düşünme kısmında yaratıcılıklarından faydalandıklarını düşünüyorum. Veri toplama kısmında ise nasıl veri toplayacaklarını ya da hangi kaynaklardan yararlanabilecekleri konusunda yaratıcılıklarından faydalanabileceklerini düşünüyorum.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının araştırmalarında tıkandığı yerlerde duruma göre hayal gücü ve yaratıcılığa başvurabileceğine, bu hayal gücü ve yaratıcılığı özellikle araştırmalarının planlanması basamağında

kullanabileceklerine, hipotez ve tahminlerde bulunurken hayal gücünün önemli olduğuna ve buna veri toplama aşamasının da dahil olduğuna değindikleri görülmüştür.

İlgili alan yazın incelendiğinde bu bileşene ilişkin olarak yetersiz ve bağdaştırıcı görüşün sıkça görüldüğünü belirten çalışmalara rastlanmaktadır (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick 2001, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Abd-El-Khalick 2005, Akerson vd. 2006, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2006, Akerson ve Buzzelli 2007, Bell ve Matkins 2007, Liu ve Lederman 2007, Akerson ve Donnelly 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Buaraphan ve Sung Ong 2009, Wahbeh 2009, Shim vd. 2010, Bell vd. 2011, Bilican 2014). Abd-El-Khalick (2001) büyük çoğunluğun bu bileşende yetersiz olduğunu belirtmiştir. Bu yetersizlik hayal gücü ve yaratıcılığın gözlemlenebilir olgulardaki örüntülere ve kanıta dayalı gözlemlere ilişkin açıklamaların, teorilerin ve modellerin oluşturulmasında rol oynadığının göz ardı edilmesinden kaynaklanmaktadır. Bazı katılımcılar ise hayal gücü ve yaratıcılığı bilim insanlarının kendi özellikleri olarak tanımlamıştır. Onlara göre teorilerin ortaya konmasında veya keşfedilmesinde ve bu yolla açıklamalara ulaşılmasında hayal gücü ve yaratıcılıkla doğrudan bir bağ yoktur. Benzer bulgulara ulaşan Wahbeh (2009) bilgili görüşleri yalnızca %5 olarak tespit etmiştir. Abd-El-Khalick ve Akerson (2004) öğretmen adaylarının bu bileşende yetersiz olduklarını tespit eden araştırmalar arasındadır. Akerson vd. (2000) lisans öğrencilerinin %76'sının bu bileşende yetersiz görüşlere sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Araştırmacılar öğrenciler teori oluşturmada bilimsel yönteme sadık kalmak şartıyla hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğuna değindiklerini belirtmiştir. Veriler yorumlanırken hayal gücüne ve yaratıcılığa yer verilmemelidir şeklinde bulguya ulaşmışlardır. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) öğrencilerle gerçekleştirdiği uygulamalı çalışmada küresel ısınma ünitesi bağlamını kullanarak bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan grupları karşılaştırmıştır. Uygulamalar öncesinde hiçbir katılımcının bu görüşe ilişkin olarak bilgili görüşlere sahip olmadığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Bell ve Matkins (2007) de bu bileşende bilgili görüşlere rastlamamıştır. Bu çalışmaların dışında, üst bilişle ilgili çalışmasında Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) uygulamalar öncesinde katılımcıların %55 oranında yetersiz görüşlere sahip olduğunu tespit etmiştir. Abd-El-Khalick (2005) bu bileşende uygulama öncesi bilgili görüşü yalnızca %30 bulmuştur. Bu bulgu Akerson vd. (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada elde edilen ve katılımcıların yalnızca %19'unun bilgili görüşe sahip olduğu bulgusuyla desteklenmiştir. Benzer şekilde Bell vd.

(2011) öğretmen adaylarının %90'ının bu bileşende yetersiz görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Akerson ve Donnelly (2008)'ye göre öğretmen adaylarının yarıya yakını bu bileşende yetersizdir. Liu ve Lederman (2007) fen bilimleri öğretmen adaylarının tamamının hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğunu belirttiklerini ancak bunun belirli kısımlarda daha yoğun olduğunu düşündüklerini tespit etmiştir. Shim vd. (2010) katılımcıların çoğunluğunun hayal gücü ve yaratıcılığın yalnızca belirli basamaklarda kullanıldığını belirttiklerini tespit etmiştir. Buaraphan ve Sung Ong (2009) hayal gücü ve yaratıcılığın daha çok planlama aşamasında kullanıldığına ilişkin görüşlere ulaşmıştır. Genel olarak öğrenciler verileri yorumlayarak sonuca varmada hayal gücü ve yaratıcılık olmamalı diyorlar. Bu durum kanıta dayalı olma bileşenindeki yetersizlikle bağlantılı olabilir. Çünkü deneylerle elde edilen veriler sonuç olarak algılanıyor (Abd-El-Khalick 2001, Çil 2010). Son olarak Akerson ve Buzzelli (2007) bu bileşende bilgili görüşe sahip olanların simülasyona önem verdiğini tespit etmiştir. Araştırmacılar bu öğretmen adaylarının bilim insanlarının etkinliklerini daha iyi anladığı çıkarımını yapmıştır. Verilen alan yazın bulgularının büyük bir kısmının mevcut araştırmadan elde edilen bulgularla örtüştüğü sonucuna varılmıştır.

Özetle, ilgili alan yazından yer alan bulgular ile bu araştırmadan elde edilen bulguların genel olarak örtüştüğü gözlenmiştir. Önceki bileşenlerde olduğu gibi yetersiz görüşlerin yaygın olduğu görülmüştür. Dikkati çeken bir başka durum ise görüşlerin çoğunluğunun bağdaştırıcı görüşte toplanmış olduğudur. Bunun nedeni olarak dereceli puanlama anahtarın bu bileşende üçlü bir analize yer vermesi gösterilebilir. Öte yandan, öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın yalnızca belirli aşamalarda kullanıldığı görüşüne yaygın bir şekilde sahip oldukları görülmüştür. Daha da önemlisi öğretmen adaylarının bilimsel açıklamaların oluşturulması sürecinde teori ve modellerin rolünü genel olarak ihmal ettikleri söylenebilir. Hakim görüşlerden bir diğerinin ise hayal gücü ve yaratıcılık kullanımının bilimselliği zedeleyeceği yönünde olduğudur. Bu bileşendeki yetersiz görüşlerin kanıta dayalı olma bileşenindeki yetersiz görüşlerle bağlantılı olabileceği söylenebilir.

4.1.2.1.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan altıncı ve yedinci sorulara verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Analizler yapılırken; "bilmek görmek demektir. Bu nedenle, gözlem yapmak ve çıkarımda bulunmak arasında bir fark yoktur" ve "gerçekler ve olaylar zaten kendilerini belli eder, dolayısıyla onlar hakkında çıkarımlar yapmaya gerek yoktur" gibi görüşlere sahip olan katılımcılar yetersiz görüşe (0), yorumlamaktan bahseden ancak yetersiz görüşte de belirtildiği üzere "olaylar ve gerçekler kendileri konuşur, haklarında yorumlamalara ihtiyaç yoktur", "atomlar görünürdür" ve "bir türün ne olduğu test edilebilir" gibi görüşlere sahip olan katılımcılar ise bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kodlanmıştır. Yorumlamanın ve çıkarım yapmanın rolüne dar bir kapsamda değinen ve bu yorumlardaki farklılıklara neden olarak bilim insanlarının dünya görüşleri ve dini geçmişlerini örnek göstererek durumu dar bir çerçevede değerlendiren katılımcılar bağdaştırıcı görüşe (2) ve son olarak gözlemler ve çıkarımlar arasındaki farklılıkları ve ilişkileri yerinde ve doğru örnekler vererek tutarlı ve istikrarlı şekilde açıklayan katılımcılar da bilgili görüşe (3) kodlanmıştır.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde bu bileşende yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %60.60'ı yetersiz görüşe sahipken, kalan %39.40'lık kesimin bağdaştırıcı olmayan görüşte toplandığı görülmüştür. Bağdaştırıcı ve bilgili görüşe sahip katılımcının olmadığı dikkati çekmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcıların ise %71.875'inin yetersiz görüşe sahip olduğu ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerle birlikte bu oranın %92'yi aştığı görülmüştür.

Yetersiz görüşe sahip katılımcılardan olan ve yedinci soruda yer alan tür kavramıyla ilgili herhangi bir görüş bildirmeyen K6 kodlu katılımcı altıncı soruda görüşlerini şu şekilde ifade etmektedir:

> "*Yapılan deneylerde henüz aksine rastlanılmadığı için bu kadar kesin olarak emin oluyorlar. Daha önceden atom üzerinde yapılan deneylerde atomun farklı yapıda olduğu iddia ediliyordu. Ancak, bilim geliştikçe*

bunun değiştiğini görmüşlerdir. Yani, yapılan deneylerde elde edilen verilerin aksi tespit edilmediği sürece o bilgi kesin olarak kabul edilir."

Yetersiz görüşe sahip olan K11 kodlu katılımcı bilim insanlarının benzetmeler yapabileceğini belirtmekle birlikte şu görüşleri paylaşmıştır:

"*Deney yoluyla kesin sonuçlara ulaştıkları için bu kadar kesin konuşabiliyorlar. Bilim insanlarının hepsinin benzer görüntüye ulaştıklarını düşünüyorum.*"

Görüşlerinin devamında katılımcı tür ile ilgili şu ifadelere yer vermiştir:

"*Doğada olan çiftleşmeleri gözlemledikleri için sonuçtan bu kadar emindirler. Hayvanları gözlem altına alarak ve aksi yönde elde edilen bulguları da göz önünde bulundurarak net sonuçlara ulaşmışlardır. Gözlemlerdeki amaç somut sonuçlara ulaşmaktır. Bu nedenle bilim insanları modellemelere ihtiyaç duyar.*"

Benzer görüşlere sahip olan K15 kodlu katılımcı da benzetme ve ispatlama kavramlarını bir arada kullanmıştır ve şu görüşleri paylaşmıştır:

"*Bilim insanları görüşlerini ispatlamak için atomları bir şeylere benzetmeye çalışmıştır. Örneğin atomu üzümlü keke benzeten Thomson atomdaki elektronları da üzüme benzetmiştir".*

"*Şöyle ifade edecek olursak bir türün devam etmesi için üremesi gerekir. Üremeyen bir türün devamı olmaz ve zamanla nesli tükenir. Bilim insanları bu olayları doğal çevrelerinde gözlemler ve biz de onların söylediklerine hak veririz."*

K23 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir:

"*Bilim insanları atom hakkında kararlar verirken belirli teoriler ve deneyler üzerinde durmaktadır. Bu deneyler sonucunda elde ettikleri bulgulardan yola çıkarak atomun yapısının nasıl olduğuna kesin bir şekilde karar vermişlerdir."*

"Bilim insanları yaptıkları araştırmalar ve gözlemler sonucunda elde ettikleri DNA yapısı ve benzeri özellikleri inceleyerek tür kavramının ne olduğunu belirlemişlerdir."

Katılımcının yapılan deneyler sonucunda bilim insanlarının atomun şekline kesin olarak karar verdiklerini söylediği görülmektedir. Bu görüş sıklıkla görülmektedir. Çünkü katılımcılar bilim insanları dışındaki kişilerin atomu görüp göremeyeceği sorulduğunda, bilim insanı olmayan kişilerin güçlü elektron mikroskoplarının olmadığını ve bu nedenle atomu göremeyeceklerini belirttikleri görülmektedir (Çil 2010).

Bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanan K7 kodlu katılımcı görüşlerini şöyle belirtmiştir:

> "*Thomson atomu üzümlü keke benzetmiştir. Bu onun ne kadar güzel hayal kurduğunu gösterir. Hayal güçleri de çok fazla araştırma yapmalarından kaynaklanıyor."*
>
> *"Tür kavramını belirlerken bilim insanları önce farklı cins hayvanları çiftleştirmeyi denerler ama verimli döller oluşturamazlar. Buradan anlıyoruz ki türlerin varlığını test ederler."*

Katılımcı türlerin test edilebilir olduğundan bahsetmektedir. Bu görüş yetersiz görüşe işaret etmektedir.

K31 kodlu katılımcı görüşlerini şu şekilde dile getirmiştir:

> "*Atomun yuvarlak olup olmadığı konusunda herhangi bir fikrim olduğunu söyleyemem. Fakat gelişen teknolojiyle birlikte elektron, proton ve nötronun içini gözlemlemişler ve buradan yola çıkarak +,- yüklü olduklarını ileri sürmüşlerdir. Yani, protonun pozitif olduğunu gösteren kanıtlara ulaşmışlardır.*"
>
> "*Örneğin, katır eşek ile atın çiftleşmesi sonucunda oluşmuştur. Bu nedenle, tür olarak kabul edilmemektedir. Bunun nedeni benzer özelliklere sahip olmayan organizmalar tarafından meydana gelmesi ve bu katırdan gelecek nesillere verimli döller bırakamamış olmalarıdır. İşte bu sebeple tür kavramını oluştururken önce problemi belirlemişler ve gözlem yapmışlardır. Kurdukları hipotezlerin denenmesi ile türlerin varlığı gösterilmiş olur."*

Görüşleri incelendiğinde katılımcının türlerin varlığının hipotezler kurularak denendiğini ve test edildiğini söylediği görülmektedir. Yorumlamalara üstü kapalı şekilde değinmesi sebebiyle katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

Deney grubunda yer alan D11 kodlu katılımcı şunları belirtmiştir:

> "*O kadar araştırma yaptıkları için emin olabilirler. Günlük hayatta örneklere dayandırarak karar verebilirler. Bütün insanların anlamalarını sağlayacak şekilde kanıtlar oluştururlar. Birden çok insana kabul ettirebilecek görüşlerden yola çıkarak karar verirler. Eğer az kişiye kabul ettirirlerse bu zaten önemini kaybeder ve zamanla kabul edilemez hale gelir. Bu yüzden herkese kabul ettirebileceği görüşler sunarlar.*"
>
> "*O kavram üzerine yoğunlaşarak, kavrama en uygun biçimde olan düşüncelerini ortaya atarlar. Birbirine yakın düşüncelerden kavram için en uygun olanını seçerler ve buna göre kendilerinden emin bir şekilde düşüncelerini ortaya çıkarırlar.*"

Katılımcının araştırma yaptıkça atomların yapısının ve şeklinin anlaşılabileceğini ve tür üzerinde çalıştıkça onun ne olduğunun bulunabileceğini ifade ettiği görülmektedir. Katılımcının burada atomların veya türlerin birer model olabileceğini ve hayal gücü ve yaratıcılık sonucunda ortaya çıkmış olabileceklerini düşünmediği görülmektedir. Var olan durumun araştırmalar sonucunda herkesin kabul edebileceği şekilde kanıtlanabileceğini savunması sebebiyle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

D13 kodlu katılımcının görüşleri ise şu şekildedir:

> "*Emin olmadan bunu kitap halinde insanlara sunamazlar. O zaman ben de kendi bildiklerimi doğru diye yazayım! Derin bir araştırma yaparak günlerini, aylarını ve hatta yıllarını vererek birçok işlem yapıyorlar. Örneğin, Thomson atomu üzümlü keke benzeterek araştırmalar yapmıştır. Bu gibi benzetmelerle, hayal ürünleriyle yola çıkıp, araştırmadan bize bir şeyler verselerdi dünya çok karmaşık bir hale gelirdi."*
>
> *"Tür üzerine araştırma yapmışlardır. Hayvanlar aleminde hangi grup hangi türe ait olabilir diye düşünmüşlerdir. Zaten sınıflandırmayı yapabilmek için tüm ayrıntıları bilmek gerekir. Yoksa bu bilgiyi bizlere sunamazlar. Örneğin, at ve eşeğin çiftleşmesinden katır olur, ancak katırın üreme yeteneği yoktur. Tür olabilmeleri için torun sahibi olmaları gerekmektedir."*

Katılımcının kitapta yer alan bilgileri emin olmakla ilişkilendirmesi ilginçtir. Ona göre kitaplar doğruluğundan tam olarak emin olunan bilgiler kullanılarak yazılır. Bu durum katılımcının eğer bir konuyu araştırırken çok uzun süreli uğraşlar veriyorsak sonunda mutlaka emin olunan bilgileri elde edebileceğimize olan inancına işaret etmektedir. Atomla ilgili görüşlerini türü yorumlarken de kullanmıştır ve türün tüm detaylarıyla aydınlatılmış olduğunu ve bu nedenle kitaplarda yer aldığını düşünmektedir. Dolayısıyla katılımcının bilimsel bilginin kanıtlandıktan sonra değişmeyeceğini düşünmesi muhtemeldir. Yorumlamalara yer vermeyen görüşleri nedeniyle katılımcı yetersiz görüşe kodlanmıştır.

İlgili alan yazında yer alan çalışmalar bu bileşende yetersiz görüşlere sıkça rastlandığını doğrulamaktadır (Akerson vd. 2000, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2002, Lederman vd. 2002, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Abd-El-Khalick 2005, Chen 2006, Khishfe ve Abd-El-Khalick 2006, Bell ve Matkins 2007, Liu ve Lederman 2007 Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Wahbeh 2009, Bell vd. 2011). Bu çalışmaların sonunda çeşitli bulgulara ulaşıldığı görülmektedir. Beklenildiği üzere birçok çalışma mevcut araştırma kapsamında elde edilen yetersiz görüşlere değinmektedir. Abd-El-

Khalick ve Akerson (2004) öğretmen adaylarının bu bileşende yetersiz olduklarını tespit etmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) öğrencilerle gerçekleştirdiği uygulamalı çalışmada küresel ısınma ünitesi bağlamını kullanarak bağlam temelli ve bağlam temelli olmayan grupları karşılaştırmıştır. Uygulamalar öncesinde hiçbir katılımcının bu görüşe ilişkin olarak bilgili görüşlere sahip olmadığını tespit etmiştir. Benzer şekilde Wahbeh (2009) katılımcıların tamamına yakın kısmının bu bileşende yetersiz olduğunu tespit etmiştir. Bell vd. (2011) öğretmen adaylarının %80'inin bu bileşende yetersiz olduklarını tespit etmiştir. Daha iyimser bulguların elde edildiği çalışmalardan birinde Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerin yalnızca %27 oranında olduğunu belirtmiştir. Liu ve Lederman (2007) fen bilimleri öğretmen adaylarının yalnızca %40'ının çıkarımları gözlemlerden ayırt edebildiğini tespit etmiştir. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2002) uygulamalar öncesinde katılımcıların bilim insanları atomun yapısından ve dinozorların gerçek şeklinden kesinlikle emindir dediklerini rapor etmiştir. Aynı bulguya Abd-El-Khalick (2005) de ulaşmıştır. Akerson vd. (2000) öğretmen adaylarının %60'ının bu ayrımı yapamıyor olduğunu ve onlara göre bilim insanlarının atomun yapısından emin oldukları ve bunu kaliteli mikroskoplar aracılığıyla gördüklerini belirtmiştir. Abd-El-Khalick (2005) bu görüşün %71 oranında savunulduğunu öne sürmüştür. Genel olarak düşünüldüğünde bilim insanlarının nesnel olmaları gerektiği, kanıtları kendilerine göre yorumlamamaları ve çıkarım yapmamaları gerektiği gibi görüşlerin savunulduğu görülmektedir (Chen 2006). Bu durumun tersine çevrilmesi için çoklu bakış açısı geliştirme konusunda çabaların artırılması gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Çıkarımların farklı bakış açıları doğrultusunda üretildiği ve en az gözlemler kadar yorumlamalara yön verdiği anlayışı geliştirilmelidir (Lederman vd. 2002).

Özetle, bu bileşene ilişkin yetersiz görüşlerin yaygın bir şekilde görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu yetersiz görüşlerden birinde kitaplarda yer alan bilgilerin doğruluğundan emin olunan bilgiler olduğundan bahsedildiği sıkça görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının tür tanımından ve dinozorların şekli ve renginden emin olunduğunu savundukları dikkat çekmiştir. Buna gerekçe olarak da güçlü teleskopların kullanımını gösterdikleri görülmüştür. Bu bulgulara öğrencilerle yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır. Bu nedenle bu bileşene ilişkin yetersiz görüşlerin gözlem ve çıkarımların farklı kavramlar olduğunun anlaşılmasını sağlayabilecek etkinliklerle ortadan kaldırılması gerektiği söylenebilir. Bu etkinliklerde özellikle çıkarımların teorilerin

kurgulanmasında ve onların sahip oldukları tahmin gücünün yordanmasında etkili olduğu üzerinde sıkça durulmalıdır.

4.1.2.1.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan dokuzuncu soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu kodlamada yetersiz görüşe (0) bilimin kültürü kültürün de bilimi etkilediğine hiç değinmeyen, bilimsel süreçleri kültürel etkilerden bağımsız, kültüre oranla daha baskın olan bilim görüşü kodlanmıştır. Bağdaştırıcı olmayan görüşe (1) kültürel ve sosyal kuralların bilimi etkilediğini doğrulayan ancak çelişkili ifadeler içeren görüşler, bağdaştırıcı olan görüşe (2) kültürel ve sosyal kuralların bilimi etkilediğine ilişkin çelişkili ifadeler içermeyen ve örneklerden yoksun olan görüşler ve son olarak bilgili görüşe (3) kültürel ve sosyal kuralların bilimi etkilediğine ilişkin çelişkili ifadeler içermeyen ve örneklerle zenginleştirilen görüşler kodlanmıştır.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde bu bileşende yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların %72.72'si yetersiz görüşe, %21.21'sinin ise bağdaştırıcı olmayan görüşte toplandığı görülmüştür. Bağdaştırıcı ve bilgili görüşe sahip katılımcıların toplamının %10'u geçmediği dikkati çekmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcıların ise %65.625'inin yetersiz görüşe sahip olduğu ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerle birlikte bu oranın %93'ü aştığı görülmektedir.

K4 kodlu katılımcı şu görüşleri paylaşmıştır:

> "*Bilim evrenseldir. Çünkü bilim nesneldir; herkes tarafından kabul görür. Bilimde ayrımdan bahsedilmesi mümkün değildir. Suyun donma noktası 0C'dir deniliyorsa Afrika'daki veya Avrupa'daki biri de bunun böyle olduğunu söyleyecektir. Bilim kişilere göre değişmez.*"

K6 ve K12 kodlu katılımcılar da sırasıyla K4 kodlu katılımcıya benzer görüşler öne sürmüştür:

"*Bilimin evrensel olduğunu düşünüyorum. Çünkü bilim nesneldir. Bilim insanlarının farklı sonuçlar bulması bilimsel bilgiyi değiştirmez. Bilim insanları deney yaparken hata yapmış olabilir.*"

"*Bilim evrenseldir. Kapsamlı araştırmalar bütün evreni kapsar ve bu evreni inceler."*

Bilimin evrensel olduğuna ilişkin görüşler K16, K22 ve K29 kodlu katılımcıların görüşlerine de yansımıştır:

"*Bilim evrenseldir. Elektrik akımı her yerde eksi kutuptan artı kutba doğru akar."*

"*Evrenseldir. Çünkü bilim sadece bir topluluk için bir olayı ele almaz."*

"*Bence evrenseldir. Örneğin su 100C'de kaynar. Bu durum bilimin evrensel olduğunu kanıtlar. 50C'de kaynamadığını gören herkes bu bilgiyi kabul etmek zorunda kalır."*

Katılımcıların görüşleri bütüncül bir şekilde incelendiğinde bilimin nesnel olduğunun ve bu nedenle bilimsel bir bilginin dünyanın her tarafında aynı geçerliğe sahip olduğunun düşünüldüğü görülmektedir. Evrensel olarak doğru olan bir bilgiye ulaşılamaması durumunda mutlaka deneyi yapan kişinin hatalı olduğu ve kanıtlanmış bir bilimsel ifadenin yanlış olamayacağı fikri ön plana çıkmıştır. Bilimin belirli bir toplumu temel alarak çalışma yapamayacağına değinilmiştir. Tüm bu görüşler bu bileşene ilişkin yetersiz görüşlere işaret etmektedir. Çünkü bu görüşlerin tamamı bilimin toplumsal etkilerden soyutlamaktadır ve bilime daha üst bir statü verme çabası içindedir. Oysa bilimsel etkinlikler içinde bulundukları toplumsal ve kültürel etmenlerden sıkça etkilenmektedir. Hitler Almanyası'nda birçok bilim insanı Yahudi olduğu için bağlı bulundukları araştırma enstitülerinden kovulmuştur ve hatta sınır dışı edilmiştir. Atomun bölünmesi Yahudi bir bilim insanı olan Lise Meitner'in zor şartlar altında gerçekleştirdiği araştırmalara dayanmaktadır. Buradan bilimin bir toplumda hüküm süren dini inanç, gelenekler ve siyasi ideolojilerin karşısında açık bir hedef konumunda olduğu anlaşılabilir. Bilimsel bilginin kanıtlandığını düşünen katılımcıların bu bilginin doğal olarak dünyanın her yerinde kabul edilmesi gerektiğini düşünmesi kanıta dayalı olma bileşenindeki yetersiz görüşlerin bu bileşeni de olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu bulguya Çil (2010) de ulaşmıştır.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K3, K9, K17 ve K20 kodlu katılımcılar sırasıyla şu görüşlere yer vermiştir:

"*Bence bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Çünkü insanlar ister istemez sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmektedir. Normal hayatta toplumlar kültürlerine çok bağlı oluyorlar. Her insan kendi kültürünü yansıtır."*

"*Aslında bilim bazen sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Ancak, evrensel yanı daha ön plandadır.*"

"Aslında bilimin evrensel olması gerekmektedir. Ama bilim toplumdaki görüşlerden ister istemez etkilenmektedir. Örneğin, orta çağda kilise gözlem ve deneyi yasaklamış ve toplum bundan etkilenmiştir."

"*Bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtmaktadır. Çünkü bilim insanları yaşadığı ortamdan etkilenerek bir konu ortaya atar ve bu konunun gelişmesi için yollar izler. Örneğin, kuduz hastalığının yayıldığı bir çevrede bu hastalığı önlemek için araştırmalar yapar ve hastalığa çare arar. Yani bir olayın olması bilimsel bir açıklama yapmak için önce incelenen olguyu ortaya atar. Hayatta ne eksikse bilim onun üzerine gider."*

Belirtilen görüşler incelendiğinde, katılımcıların genel olarak bilim ile kültür arasındaki etkileşime değindikleri ancak evrensel olma görüşünden de kolayca kopamadıkları görülmektedir. K3 kodlu katılımcı insanların kendi kültürlerini yansıttığına, K17 kodlu katılımcının evrensel görüşten etkilenmekle birlikte orta çağda kilisenin bilim üzerinde baskı kurduğuna ve K20 kodlu katılımcının da toplumsal anlamdaki sorunların bilimsel etkinlikler yoluyla aşılmaya çalışıldığına değinmiştir. Çelişkili ve eksik ifadeler nedeniyle bu görüşlere sahip katılımcılar bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

K2 ve K8 kodlu katılımcılar bu bileşende bilgili görüşlere sahiptir. Katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim her ortama, yöreye göre değişir. Bilim sosyal ve kültürel ortamdan fazlasıyla etkilenir. Örneğin kutup tilkilerinin kulaklarının uzun olmasını araştıran bir araştırmacı bilimin de araştırmalarına göre değiştiğini söyler. Bilim ihtiyaca göre de değişir. Örneğin bir yörede tarımla ilgili araştırmalara ihtiyaç varsa bilimsel faaliyetler o ihtiyaca yoğunlaşır."*

"*Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Çünkü insanın içinde bulunduğu çevrenin sorunları güncel konulardan veya ülkenin politik değerlerinden etkilenir. Örneğin yaşadığımız ülkedeki kültür farkı eğitimimizi etkilemektedir. Veya güncel bir sorun diğer bilgilerin gelişmesini veya değişmesini etkilemektedir."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim ile sosyal ve kültürel değerlerin iç içe olduğuna değindikleri, bunu yaparken çelişkili ifadelere yer vermedikleri ve görüşlerini uygun örneklerle destekledikleri görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerine benzer görüşlere deney grubundaki katılımcılarda da rastlanmıştır.

D7, D10, D14 ve D24 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimin evrenselliği akla daha yatkın gelmektedir. Belki bazı konu ve alanlarda sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ama nihai aşamada evrenselleşir diye düşünüyorum. Çünkü bugünkü bilim tüm insanlığın ortak çabasıdır. Örneğin güncel konulardan örnek vermek gerekirse Nobel Ödülü alan bilim adamımız bu konuya güzel bir örnek teşkil etmektedir. Aynı zamanda kabul gören bir bilimsel yasa tüm dünyada aynı şekilde kabul görmektedir.*"

> "*Bilim evrenseldir çünkü dünyanın her yerinde benzer doğa olayları ve doğanın varlığına dair anlama çabaları ve buna duyulan ihtiyaç ortaktır. Evrene dair bir durum bütün dünyayı kapsadığı için kültürel etkilere de açık olabilir. Ama yine de bilim evrenseldir nerede olursa olsun aynı sonuçlara ulaşılacağı bilinmelidir. Örneğin teknoloji kullanımından bahsedildiğinde herkes tarafından ortak kavramlar ifade edilir.*"

> "*Bilim evrenseldir ve herkes tarafından aynı şekilde kabul edilmektedir. Eğer sosyal veya felsefi olaylardan etkilenirse o bilgi bilimsel olmaktan çıkar çünkü kendi duygu ve düşüncelerini sürece dahil etmiş olur.*"

> "*Bilim evrenseldir. Dini ve felsefi boyutu her yerde aynı değildir ki zaten dinlerde de farklı görüşler olduğu için her zaman her yerde her kişi kabul etmezdi kendi inanışı için. Bu nedenle bilim yapılırken evrenselliğe yer verilir.*"

Verilen görüşler incelendiğinde bilimin yer yer sosyal ve kültürel değerlerin etkisine açık olmasına karşın sonunda evrensel bir hal aldığı, bilimin tüm insanlığın ortak çabasının ürünü olduğu, ortak ürün niteliğinde olması bakımından bilimsel yasaların da dünyanın her yerinde geçerliği olduğu, kültürel etkilere açık olmasının duygu ve düşüncelerimizi bilime katmamıza neden olacağı ve bu nedenle bilimsellikten uzaklaşılacağı gibi görüşlere yer verildiği görülmektedir. Bu görüşler bilimi evrensel kabul etmesi ve kültürel ve sosyal değerlerden soyutlaması bakımından yetersiz görüşe uygundur ve dolayısıyla bu görüşe kodlanmıştır.

D11, D14 ve D30 kodlu katılımcıların görüşleri ise sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve bu değerleri yansıtır. Bilim insanlar aracılığıyla oluşturulur. İnsanlar da içinde bulunduğu toplumun sosyal ve kültürel değerlerinden etkilenir.*"

"*Bence bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır çünkü bilim insanı o dönemin değerlerinden kendini soyutlayamaz. Az da olsa mutlaka bu değerlerden etkilenir.*"

"*Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorum. Daha doğrusu bilim üzerine sosyal ve kültürel değerlerin de etki olduğunu düşünüyorum. Çünkü farklı ülkelerdeki bilim insanların bilim konusunda yaptıkları araştırmalarda farklı imkanlara sahip olduklarını düşünüyorum.*"

Görüşler incelendiğinde bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği görüşünün paylaşıldığı görülmektedir. İnsanın içinde bulunduğu dönemde hüküm süren değerlerden soyutlanamayacağına ve bu değerleri yansıtacağına değinilmiştir. Bununla birlikte, görüşler genel olarak örneklerden yoksun olduğu için bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

Son olarak bağdaştırıcı görüşe sahip olan D5 ve D17 kodlu katılımcıların görüşlerine yer verilmiştir. D5 kodlu katılımcının:

"*Evet bilimin evrensel olmadığına inanıyorum çünkü bilim ülkede bulunan sosyal, politik ve felsefi değerlerden etkilenmektedir. Örneğin bir zamanlar ülkemizde bulunan bilim adamları ülkede oluşan politik nedenlerden dolayı çalışmalarını sürdürememişlerdir.*"

şeklinde görüş bildirdiği görülmektedir. Katılımcı bilimin sosyal, siyasi ve felsefi alanlardaki değerlerden etkilendiğini ve bu durumun ülkedeki bilim insanlarının çalışmalarını kimi zaman engellediğini belirtmiştir.

D17 kodlu katılımcı ise görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

"*Bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır çünkü bilim insanı yaşadığı, büyüdüğü ve değerlerini öğrendiği toplumun ihtiyaçlarını ve sorunlarını temel alarak araştırmalarına başlar.*"

Katılımcı bilimin sosyal ve kültürel çevrenin sorunlarından hareketle yola çıktığını ve bu sorunlara çare bulmayı hedeflediğini belirtmiştir. Bu iki katılımcının görüşleri çelişkili ifadelere yer vermemeleri bakımından bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Alan yazın incelendiğinde bilimin evrensel olduğuna ilişkin yetersiz görüşün yaygın olduğu görülmektedir (Abd-El-Khalick ve Lederman 2000b, Abd-El-Khalick 2005, Bell ve Matkins 2007, Liu ve Lederman 2007, Wahbeh 2009, Shim vd. 2010, Yacoubian ve BouJaoude 2010, Baraz 2012). Bu araştırmada yetersiz görüşe sahip olan katılımcıların her iki grupta da %65'in üzerinde olduğu görülmüştür. Bell ve Matkins (2007), Shim vd. (2010) ve Yacoubian ve BouJaoude (2010) katılımcıların büyük çoğunluğunun bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmediğini düşündüğünü tespit

etmiştir. Bu bulgu araştırmadan elde edilen bulguyla uyum göstermektedir. Abd-El-Khalick (2005) uygulamalar öncesinde %60'ın bilimi evrensel olarak gördüğünü tespit etmiştir. Bu oran bu araştırmada elde edilen orana yakındır. Oransal açıdan %68 yetersiz görüş tespit eden Wahbeh (2009) bu bulguyu destekleyen bir başka çalışmadır. Benzer şekilde, Baraz (2012) da fen bilimleri öğretmen adaylarının bu bileşende uygulamalar öncesinde %72.2 oranında yetersiz görüşlere sahip olduklarını tespit etmiştir. Liu ve Lederman (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise fen bilimleri öğretmen adaylarının yalnızca %46'sının bilimsel bilgiyi evrensel olarak gördükleri bulgusuna yer verilmiştir.

Bahsi geçen bulgular ışığında çeşitli yorumlar yapılabilir. Diğer bileşenlerde olduğu gibi bu bileşende de yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerin hakim olduğu görülmüştür. Bu yetersiz görüşler alan yazında yer alan bulgularla örtüşmektedir. Bilimsel bilginin nesnel bilgi olduğu ve bu nedenle dünyanın her yerinde geçerli olduğuna ilişkin görüşün en yaygın görüşlerden biri olduğu sonucuna varılmıştır. Öte yandan, kanıta dayalı olma bileşenindeki yetersiz görüşlerin bu bileşeni olumsuz etkilediği söylenebilir. Ayrıca bazı öğretmen adaylarının bilimsel bilginin önce sosyal ortamda inşa edildiğine daha sonra ise zamanla evrenselleştiğine değindikleri dikkati çekmektedir. Bu durum bilimsel bilginin eninde sonunda evrensel bir hal aldığı ve herkes tarafından eşit bir şekilde kabul edilebilir olduğu gibi yanlış bir düşünceye neden olabilir. Bu yanlış düşüncenin etkisiyle bilimsel olan ve zamanla evrenselleşen bilginin asla değişmeyeceği, değişebilir olan teorlerin ise zamanla yasaya dönüşerek değişemez hale geleceği gibi bir düşünce ortaya çıkabilir. Bu nedenle bu bileşene yönelik öğretim yapılırken yalnızca bu bileşen değil diğer bileşenler de dikkate alınmalı ve bu bileşenler arasındaki karşılıklı ilişkiler kendi sosyokültürel ortamlarından örnekler verilerek desteklenmelidir.

4.1.2.2. Son testlerden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma

Bu bölümde katılımcıların bilimin doğası anlayışlarına ilişkin son test profillerine yer verilmiştir. Hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olma ve değişebilir olma bileşenlerine ilişkin üçlü kategori, diğer bileşenlerde ise dörtlü kategori kullanılmıştır. Her bir bileşenin frekansları ve yüzdelik değerleri sırasıyla kontrol ve deney grubu olmak üzere ilişkili olduğu çizelgenin altında verilmiştir.

Çizelge 4.11. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=33	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
K1	x						x	x				x					x		x					x			x
K2	x					x		x							x		x		x							x
K3		x			x			x					x					x	x					x		
K4	x					x		x					x				x		x					x		
K5		x				x		x							x	x				x						x
K6	x				x						x				x			x		x				x		
K7		x				x		x				x						x			x					x
K8	x					x		x							x		x		x							x
K9		x				x			x					x			x		x					x		
K10		x				x		x				x					x		x							x
K11		x			x			x							x		x		x				x			
K12		x				x		x						x			x		x					x		
K13			x			x					x			x				x			x				x	
K14	x					x		x					x				x			x				x		
K15			x		x			x					x				x		x						x	
K16		x					x				x			x			x		x							x
K17		x				x		x					x				x			x				x		
K18	x						x	x					x				x		x				x			
K19	x					x		x				x					x			x				x		
K20		x				x		x				x					x		x					x		
K21	x					x		x				x					x		x				x			
K22	x					x		x					x				x		x				x			
K23		x				x		x				x					x			x					x	
K24	x					x		x					x				x		x				x			
K25		x			x			x				x					x			x				x		
K26		x				x			x					x			x			x				x		
K27	x					x		x					x				x			x			x			
K28	x					x		x					x				x			x			x			
K29			x			x		x					x				x		x				x			
K30	x					x		x				x					x		x				x			
K31			x			x		x					x					x	x					x		
K32	x					x		x					x				x			x			x			
K33	x					x		x					x					x		x			x			
f	15	13	5	0	5	25	3	28	2	0	3	9	14	5	5	1	26	6	20	11	2	0	11	12	3	7
%	48,48	39,40	12,12	0	15,15	75,75	9,10	84,84	6,06	0	9,10	27,27	42,42	15,15	15,15	3,03	78,78	18,18	57,57	36,36	6,06	0	33,33	36,36	9,10	21,21

Çizelge 4.11 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasında yetersiz görüşlerinde azalma eğilimi olduğu görülmüştür. Ön testlerle karşılaştırıldığında katılımcıların bilgili görüşlerinin kanıta dayalı olma ve çıkarımlara dayalı olma bileşeninde artmadığı, diğer bileşenlerdeki bilgili görüşlerdeki artışların ise sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu nedenle bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde kanıta dayalı olma ve çıkarımlara dayalı olma bileşenleri dışında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4.12. Deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=32	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
D1			x				x			x			x				x				x					x
D2	x						x			x				x				x	x						x	
D3		x			x					x				x			x			x			x			
D4		x			x			x						x				x			x				x	
D5			x				x				x			x				x		x						x
D6		x				x		x						x				x			x				x	
D7		x					x				x				x			x				x				x
D8		x					x			x				x			x			x				x		
D9		x				x		x					x					x			x			x		
D10			x			x		x						x			x					x	x			
D11		x				x					x			x				x			x			x		
D12		x				x				x			x				x				x			x		
D13		x				x		x					x				x		x				x			
D14			x			x		x							x			x			x			x		
D15				x			x				x				x			x				x			x	
D16			x			x		x						x			x		x						x	
D17	x					x				x				x			x			x					x	
D18		x				x			x				x				x			x					x	
D19		x			x			x				x					x			x				x		
D20		x				x		x				x						x	x						x	
D21		x					x			x				x			x			x				x		
D22			x				x				x				x			x				x		x		
D23			x				x			x					x			x		x						x
D24		x					x			x			x				x			x					x	

D25		x					x			x				x			x				x		x				
D26			x			x		x				x					x		x				x				
D27				x		x				x				x			x					x			x		
D28	x						x			x		x						x		x					x		
D29		x				x				x				x			x			x					x		
D30		x					x				x		x					x			x					x	
D31				x		x		x							x		x		x				x				
D32			x				x				x		x				x		x						x		
f	3	17	9	3	3	15	14	11	1	13	7	4	8	14	6	0	18	14	7	11	9	5	6	8	13	5	
%	9,375	53,125	28,125	9,375	9,375	46,875	43,75	34,375	3,125	40,625	21,875	12,5	25	43,75	18,75	0	56,25	43,75	21,875	34,375	28,125	15,625	18,75	25	40,625	15,625	

Çizelge 4.12 incelendiğinde deney grubunda yer alan katılımcıların uygulama sonrasında yetersiz görüşlerinin oranının kontrol grubuna göre daha çok azaldığı görülmüştür.

Çizelge 4.13. Katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine yönelik görüşlerinin ön test ve son test değerlerine göre değişimi

	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	Yetersiz (0)	Bağdaştırıcı Olmayan (1)	Bağdaştırıcı (2)	Bilgili (3)	Yetersiz (0)	Bağdaştırıcı Olmayan (1)	Bağdaştırıcı (2)	Bilgili (3)
Kanıta dayalı olma	+3.03	-6.05	+3.02	0	-15.625	-19.750	+25	+9.375
Değişebilir olma	-15.15	+6.05		+9.10	-15.625	-28.125		+43.750
Teori-Yasa	-9.06	-0.04	0	+9.10	-62.500	0	+40.625	+21.875
Teori kökenli olma	-15.15	-6.06	+9.05	+12.15	-31.250	-18.750	+31.250	+18.750
Yaratıcılık ve hayal gücü	-12.12	+3.03		+9.08	-9.375	-28.125		+37.500
Çıkarımlara dayalı olma	-3.03	-3.04	+6.06	0	-50	+12.500	+21.875	+15.625
Sosyokültürel Yapı	-39.39	+15.15	+9.10	+15.15	-46.875	-3.125	+34.375	+15.625

Ön testlerden ve son testlerden elde edilen yüzdelikler arasındaki farklar Çizelge 4.13'te verilmiştir. En fazla bilgili görüş artışının ise sırasıyla değişebilir olma, hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olma, teori-yasa, teori kökenli olma, çıkarımlara dayalı olma, sosyokültürel yapı içinde üretilme bileşenlerinde kaydedildiği görülmüştür. En az artış ise kanıta dayalı olma bileşeninde gerçekleştiği görülmüştür. Bu nedenle üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla zenginleştirilen bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası yaklaşımının fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.2.2.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan ilk üç soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde kanıta dayalı olma bileşeninde yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından, uygulamalar öncesinde bilgili görüşe sahip olanların oranında herhangi bir değişiklik olmazken, yetersiz görüşe sahip olanların oranı ilginç bir şekilde %3.03 artmıştır. Bağdaştırıcı görüşteki artış ise (%3.02) sınırlı kalmıştır. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının, bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olanların oranının sırasıyla %15.625 ve %19.75 azaldığı, bağdaştırıcı ve bilgili görüşe sahip olanların ise sırasıyla %25 ve %9.375 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubundaki katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmaları olduğu düşünülmektedir. Bağdaştırıcı ve bilgili görüşteki değişim özelinde incelendiğinde, deney grubundaki katılımcıların kontrol grubundaki katılımcılara göre daha çok gelişim gösterdikleri görülmüştür.

K3 kodlu katılımcı incelendiğinde kanıta dayalı olma bileşeni hakkındaki görüşlerini felsefeden matematiğe kadar geniş bir yelpazede sıraladığı görülmektedir:

> "*Bilim deneysel verilere dayanan, doğal evrenin yapısının ve hareketlerinin birtakım yöntemler aralığıyla sistematik bir şekilde incelenmesini de kapsayan pratik çalışmalar bütünüdür. Yüzyıllardır insanoğlunun yeryüzündeki yaşama ortamına duyduğu merak, yaşam standartlarını yükseltecek bir etkiye bürünmeye başladı. Böylece bilime olan ilgileri daha da arttı. Felsefe ile bilimin iç içe olduğunu, ilk büyük filozofların birçoğunun aynı zamanda bilim adamı olduğunu varsayabiliriz. Bilimlerin felsefeden ayrılışı matematikle başlamıştır. Bilim ile felsefe arasındaki fark bilimin genel geçerliği olan ve gözlenebilir olgulardan hareket etmesidir. Felsefe ise bir çeşit olgu demek olan insan yaşantısından ve varlıklardan hareket edebilir. Felsefe olgusal değil mantıksal analize yönelir.*"

Katılımcı deneyi ise şöyle ifade etmektedir:

"*Deney laboratuvar ortamında bazı malzemelerle bir bilgiyi ispatlamak için yapılan çalışmalar bütünüdür. Bilimsel bir gerçeği göstermek, bir yasayı doğrulamak, bir varsayımı kanıtlamak amacıyla yapılan işlem, tecrübedir*."

Deney hakkındaki görüşleri incelendiğinde katılımcının deneyi çok dar bir kapsamda ele aldığı ve bilimsel bilginin kanıtlanmasında doğrudan etkili olduğunu savunduğu görülmektedir. Daha önce de belirtildiği üzere deneyler nihai doğrulama araçları değildir. Asıl işlevleri deneyin dayandığı teorik çerçevelere ilişkin kanıtlara ulaşmaktır. Deney sonucunda elde edilen kanıtlar sonucun kendisi olarak görülmemelidir. Ancak bu görüşün yaygın olduğu bilinmektedir. Katılımcı deneyler mutlaka gerekli midir sorusuna şu şekilde yanıt vermiştir:

"*Evet gereklidir. Bilimsel bilgi olması için ispat lazımdır. İspatın olması için de deneylerin yapılması gerekir. Çünkü deney bir gerçeği göstermek, bir yasayı doğrulamak için yapılır. Bilimsel bilgi de ancak böyle ispatlanır. Bilimsel bilgi gerçek bilgidir. Bir varsayıma dayanmaz. O varsayımın ispatlanması gerekir o da ancak deneyle gerçekleşebilir.*"

Tüm görüşleri incelendiğinde katılımcının bilimsellik ölçütünü yine ispat kavramı üzerinden temellendirdiği görülmektedir. Deneyi ispatın yegane aracısı olarak görmektedir. Katılımcı ilginç bir şekilde bilimsel bilginin gerçek bilgi olduğunu ve bu bilginin varsayımlara dayanmadığını öne sürmüştür. Bu görüşüyle varsayımların bilimsel bilginin niteliğini düşüreceği gibi bir fikre sahip olduğunun işaretlerini vermektedir. Oysa tüm bilimsel etkinlikler çeşitli varsayımlara dayanır. Çünkü hiçbir olgu veya olayı mutlak bir şekilde anlayabilme imkanımız yoktur. Duyularımızın sınırlı bir kapasiteye sahip olması nedeniyle gözlemlerimizin çok büyük bir kısmı bilimsel bilginin dolaylı yollardan elde edilen kanıtlara dayalı olarak inşa edilmesine olanak verir. Katılımcı somut gerçeklik ve ispat üzerinde ısrarla durduğundan dolayı bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

K7 kodlu katılımcı bilim ile diğer araştırma disiplinleri arasındaki farklılığı açıklarken şu görüşlere yer vermiştir:

"*Bilimin kesin bir tanımı yoktur. Buna göre; deneysel verilere dayanan, uygulamalı bir işlemdir. Bilimde bir araştırma söz konusudur. Fizik, kimya ve biyolojideki bilim; araştırma sonuçları, gerçeklik ve doğruluk söz konusuyken, din ve felsefede ise kişinin kendi fikirlerinin sonunda bir araştırma yapar. Din ve felsefede kişi fikirlerini açıkça söyleyebilir. Ama biyoloji, fizik ve kimyada kanıt ve test edilebilirlik yani gerekçe önemlidir.*"

Ön testlerde elde edilen bulgulara benzer şekilde katılımcının fen bilimlerini gerçeklik ve doğruluğun araştırılması olarak gördüğü, ancak din ve felsefe gibi alanları

araştırmacıların kişisel görüşleri olarak algıladığı görülmektedir. Din ve felsefe gibi alanlardaki araştırmaların kişisel fikirler üzerine kurulu olduğu görüşü varlığını sürdürmektedir.

Katılımcı deneyi ise şöyle ifade etmektedir:

> "*Deney bir konu hakkındaki gözlemleri araştırmak için yapılan incelemelerdir. Araştırmada doğruluktan söz edebilmek için bunu bir şeylere dayandırmamız gerekir.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna ise şu şekilde yanıt vermiştir:

> "*Evet, deneylere ihtiyaç vardır. Bir konu hakkında ilerlemek için deneyler çok önemlidir. Bilginin gelişmesi için ilkin sonuçları görebilmek için deneyler yaparız. Eğer bilimsel bilginin doğru olduğunu deneylerde görürsek daha sonra bu bilginin doğruluğu artmış olur. Deneylerle bir nevi ispatlamış oluyoruz.*"

Katılımcı son cümlesinde deneylerin birer ispat aracı olduğunu belirtmektedir. Bilimsel olarak doğru olduğunun görülmesi şeklindeki ifadesi de bu görüşü desteklemektedir. Bu görüşlerinden dolayı katılımcı bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır.

Bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan K10, K20 ve K25 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim çevreyi, çevredeki ve doğadaki olayları açıklamaya çalışandır. Bilim somut olgularla ilgilenir. Doğruluğu deneylerle kanıtlanan incelemeler üzerinde çalışır. Örneğin; bilim enerjinin neden var olduğunu nasıl oluştuğunu geliştiğini araştırırken, felsefe ruh nedir? Nasıl gelişir? gibi konularla ilgilenir. Bilim ruh nedir? sorusuna cevap vermez. Ama enerji nedir? sorusuna cevap verir.*"

> "*Bilim evrendeki olgu ve olayların bir bölümünü ele alıp birtakım yöntem ve deney yolları kullanarak gerçeğe dayanarak birtakım teori ve yasalara ulaşma yoludur. İnsanların merak duygusu sonucunda ortaya çıkmıştır. Bilimi diğer araştırma alanlarından ayıran şey merak duygusu, araştırma ruhunun doğrultusunda ortaya çıkmış olması ve elde edilmek istenen bilginin uzun deneysel olgular uzun süreçler sonucunda ortaya çıkma ihtimali olmasıdır. Deneyler sonucunda elde edilen teoriler özneldir."*

> "*Bilim araştırmaya, sorgulamaya ve meraka dayanan bazı genellemelere yönlendiren, doğal dünyayı anlamaya çalışan ve bunları açıklama çabasıdır. Bilimi diğer araştırma alanlarından farklı kılan şey gözlem ve değerlendirmelere, deneylere dayalı olmasıdır. Araştırma-sorgulama temelli olmasıdır. Sürekli ve bir sınırının olmamasıdır.*"

Katılımcılar deneyi sırasıyla şöyle ifade etmektedir:

"*Deney bir konunun açıklığa varması için bilginin kesinlik kazanması için tekrar tekrar yapıldığında aynı sonuca varıp varmadığını gözlemlemek için yapılan çalışmalardır. Eğer tekrar tekrar yapılan çalışma aynı sonucu veriyorsa bilginin doğru olduğu kabul edilir. Eğer tekrar tekrar yapılan çalışmalar aynı sonucu vermezse çalışma tekrar gözden geçirilir. Eğer yanlış varsa yanlış giderilip çalışmanın doğruluğu için deneyler yapılır. Yanlış yoksa bilgi çürütülür.*"

"*Deney, genel anlamda, bilimsel bir gerçeği yasayı ya da varsayımı göstermek, doğrulamak, kanıtlamak için belirli yöntemlere dayanılarak yapılan işlemlerdir. Deney diğer anlamda tecrübe demektir. Yani doğru sonuca ulaşmak için birden fazla yapılan olaydır.*"

"*Deney herhangi bir varsayımı, teoriyi ya da yasayı açıklamak için kullanılan bilimin olmazsa olmazı olan gözlem ve çıkarımlardır. Deney bir bilimsel bilginin gözle görülebilmesini sağlayan ve o bilgiyi işaret eden düzeneklerdir.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna katılımcıların sırasıyla şu şekilde yanıt verdikleri görülmüştür:

"*Bilimsel bilginin gelişmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Bilimsel bilginin doğru olup olmadığını anlamak, bilginin kesinlik kazanması için deneyler şarttır. Deneyler yapa yapa bilginin doğru olduğunu anlarız.*"

"*Bilimsel bilginin gelişebilmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Bir bilginin gerçekliğini, doğruluğunu kanıtlamak için deney yapılması zorunludur. Merak edilen bir konunun soyut halden somut hale geçmesi için deney yapılması zorunludur. Yoksa elde etmek istediğimiz bilgi havada kalacaktır.*"

"*Bilimsel bilginin gelişmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Çünkü bir fikri, ya da bilimsel bilgiyi geliştirmek için bir buluşun bilimsel bilgi olarak sayılabilmesi için gözlem ve işaret olması gerekir. Ya da bir bilimsel bilgiyi geliştirmek için belirli verilere ve gözlemlere ihtiyaç vardır. Onun için deney çok gereklidir.*"

Verilen görüşler incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların uygulamalar sonrasında da bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olmaya devam ettikleri görülmektedir. Bilimin somut olay veya olgularla ilgilendiği, bilimsel bilginin doğruluğunun ve kesinliğinin deneylerle kanıtlandığı, bilimin gerçeğe dayanan teori ve yasalara ulaşma yolu olduğu, varsayımların da kanıtlanmaya ihtiyaç duyduğu, somut bilgi için deneyin zorunlu olduğu, deneyin bilimsel bilginin gözle görülebilmesinin bir aracı olduğu gibi görüşlerin varlığını sürdürdüğü görülmektedir. Bu görüşleri nedeniyle bu katılımcılar bağdaştırıcı olmayan görüşe kodlanmıştır. Görüşler arasında olumlu olanlar da vardır. Bilimin doğal dünyaya dayalı gözlemlere dayandığı, bilimin metafiziksel yapıları inceleme konusu olarak almadığı, bilimin sayısız olgu ve olay arasından yalnızca

inceleme konusu ettiklerini dikkate alıp araştırmalar yaptığı gibi çağdaş bilim paradigmasına uygun olan görüşlere de rastlanmıştır.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan K13, K29 ve K31 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Doğada var olan olayları açıklama çabasıdır. Bilimi diğer araştırmalardan farklı kılan şeyler konuya bağlı olarak, kanıta dayalı inceleme yapmaktır. Dini açıdan bakıldığında bilim bir yaratıcıya bağlanmakta, felsefi olarak da sorgulanarak bu cevaplara ulaşılacağı, zihnin ön planda tutulduğu, sorgulamanın hayattaki her olay ile ilgili bir düşüncenin, bir sorgunun olduğunu gösterir*"

> "*Bilim doğada var olan kanıtlanabilen şeyleri araştıran, tekrar edebilen ve değişebilen kavramlardan oluşur. Bilim bir bütündür. Farklı alanları kapsar. Bilimsel bilgi değişebilir ve geçerli teorilere dayanır.*"

> "*Bilimde kanıtlanabilirlik çok önemlidir. Yani düşüncelerimizi kanıtlıyoruz bilimde. Düşüncelerimizi deney yolu ile ortaya çıkarmayı amaçlıyoruz. Fakat din, felsefe gibi araştırma alanlarında deneysellik ön planda değildir.*"

Deney nedir sorusuna K13 ve K31 kodlu katılımcılar sırasıyla şu yanıtı vermiştir:

> "*Deney bir sonuca ulaşmak için yapılan bir yöntem ve gözlemdir. Açık uçlu olabilir. Açık uçlu deney sonucunda nelerin olabileceği tam net değildir, kestirilemez. Kapalı uçlu da sonu belli olan deney türüdür. Gözlem amaçlı yapılabilir.*"

> "*Deney gözlemlerimiz sonucu oluşan hipotezleri açıklamak, kanıtlamak için yaptığımız etkinliklerdir. Deney denince benim aklıma denemek geliyor. Yani gözlemlerimizi deneye deneye bir sonuca ulaştırmaktır.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna katılımcılar şu yanıtları vermiştir:

> "*Bilimsel bilginin gelişebilmesi için birçok dal veya görüşten, ortamdan etkilendiği gibi verilere gözlemlere ve yöntemlere de başvurulmalıdır.*"

> "*Evet gereklidir. Örneğin bir bilgi deneylerle ortaya atılırsa daha kesin sonuç verir. Faraday deneyler yaparak elektromanyetik dalgaları keşfetmiştir.*"

> "*Kesinlikle evet. Bilimsel bilgi sürekli olarak değişir ve gelişir. Bir bilginin değişmesi çok zordur, aksi yönde yeterli kanıt olmadığı müddetçe değişmez. Bu sebepten dolayı gelişmesi için deneylerle desteklenmesi gerekir. İzlediğimiz videoda bilim insanlarından biri teorisini kağıt üzerinde gösteriyordu. Fakat bu teorisi hakkında henüz yeteri kadar kanıta ulaşamamıştı ve onun bu teorisi diğerleri tarafından görmezden gelindi. Buradan da Lederman Yedilisinde olan 'bilimsel bilgi kanıta dayalıdır' maddesinin etkisini görüyoruz.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimi doğada var olan olayların açıklanması olarak gördükleri, bilimde kanıtlar ön plandayken diğer araştırma disiplinlerinde düşünme ve akıl yürütmenin daha ön planda olduğunu ima ettikleri, deneyin diğerleri gibi bir gözlem türü olduğunu belirttikleri, deneyler yoluyla tekrarlanabilir olma fikrinden bahsettikleri, bilginin kesinliğinin göreli olarak ifade edilebileceğini belirttikleri, bilimsel bilginin değişime dirençli olmakla birlikte değişebilir olduğunu belirttikleri ve teorilerin kanıtlarla desteklenmediği durumlarda inandırıcılığını kaybedebileceklerini ima ettikleri görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşlerindeki gelişmelere benzer şekilde deney grubundaki katılımcıların da bu boyutta gelişim gösterdikleri görülmüştür. Örneğin bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan D8, D19, D25 ve D29 kodlu katılımcıların bilimi üstün kılan özelliğin ne olduğuna ilişkin sırasıyla şu görüşlere yer verdikleri görülmüştür:

> "*Bilim gözlemle başlar. Bilim fenomenler dünyasının bilinen kısmını inceler. Bilim devrimseldir. Bilim her şeydir denebilir. Din ve felsefe konu alanında ise olgularla uğraşılmaz.*"

> "*Bilim evrendeki olguların ve olayların bir bölümünü ele alan, birtakım yöntem ve teknikleri kullanan ve belirli bir gerçekliğe dayanan bazı yasalara ulaşan bir bilme yolu, düzenli ve tutarlı bilgiler bütünüdür.*"

> "*Bilim evrenin oluşumundan itibaren var olan, daha önceden merak edilen olay ve durumların bazı insanlar tarafından deney ve gözlem yoluyla insanlığa fayda sağlamalıdır bence. Bilimi diğer araştırma alanlarıyla bağlantılı olduğunu düşünüyorum. Din veya felsefe olarak sınıflandırılmasının nedeni araştırılan konu ve konunun toplum tarafından farklılık kazanmasıdır ve en önemlisi bilimin olgulara dayalı olmasıdır.*"

> "*Bilim öznel düşüncelerin nesnel bir birikime dönüşmesidir. Birbirinden farklıdır. Fizik, biyoloji gibi bilimsel alanlarda gözlemden çok deneyler üzerinden gidilir. Din ve felsefede genelde düşünceler üzerine yoğunlaşılır. Laboratuvar ortamına gerek yoktur.*"

Katılımcılar deneyi ise sırasıyla şu şekilde ifade etmişlerdir:

> "*Deney bilinen bir şeylerden yararlanıp bilinmeyen bir şeyi bulma çabasıdır. Deneyler yardımıyla var olan bilgilerimizin doğruluğu tekrar test edilebilir veya kapsamı genişletilebilir.*"

> "*Herhangi bir bilginin doğruluğunu kanıtlamak amacıyla belirli kurallara uygun yöntemlerle yapılan bir bilgi toplama işidir.*"

> "*Deney soyut bir bilgi yığınının sadeleştirilip, onu elle tutulur, gözle görülür bir şekilde gerekli malzemeler yardımıyla teorik, kalıplaşmış bilgileri test etmektir.*"

"*Deney bilimsel bir bilgiyi elde etmek için laboratuvar ve gözlemler sonucu olumlu ya da olumsuz veriler elde etmektir.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna ise sırasıyla şu yanıtları vermişlerdir:

"*Bilimde öğrenilenlerin tekrar tekrar test edilmesi gerekir. Farklı ortamlarda farklı sonuçlar elde edilebilir.*"

"*Bilimsel bilginin gelişebilmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Çünkü yapılan deneylerle konunun eksik yönleri ortaya çıkarılabilir. Buna verilebilecek en güzel örnek atom modelleridir. Yapılan deneylerle atomun parçalanıp parçalanamayacağı sorgulanmıştır.*"

"*Bilimsel bilgi kanıt ister. Gelişmek, ilerlemektir. İlerlemek sadece sözde söylemek yerine onu somutlaştırmaktır. Deneyler olmasaydı ben o bilginin gerçekliğinden şüphe duyardım. Deney olmasaydı, şimdiye kadarki bilim insanları söylediklerini karşıya anlatmakla yetinirlerdi ama öyle olmamış sürekli bir çalışma ve deneme yanılma sürecinden geçmişlerdir.*"

"*Evet, çünkü daha çok bilimsel bilgi deney yoluyla ispatlandığı için deneylere ihtiyaç vardır. Örneğin, ışığı bulmak için Einstein sadece gözlem yapmamıştır, deneyler yaparak $E=mc^2$ formülünü bulmuştur.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bağdaştırıcı olmayan görüşlerini özellikle deneyin işlevi yönünden gerekçelendirdikleri görülmektedir. Deneyin tekrarlanabilir olma özelliğini sağladığını belirtmekle birlikte bunun buluş bağlamından çok doğrulama bağlamı kapsamında değerlendirildiği, deneylerin araştırma konularındaki boşlukları tamamen kapatabileceğine inanıldığı, ilerlemenin bilgilerin kanıtlanıp somutlaştırıldıkları taktirde gerçekleşebileceğinin düşünüldüğü ve deney olmadığında hiçbir bilginin gerçekliğinden emin olunamayacağına inanıldığı görülmüştür. Öte yandan, aynı katılımcıların; bilimin olguların bilinen kısmını incelediği, devrimsel olduğu, bilimi ayıran ölçütün kanıta dayalı olması olduğu gibi çağdaş bilim paradigmasına ait görüşlere de yer yer değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D14, D16, D22 ve D26 kodlu katılımcıların bilimi üstün kılan özelliğin ne olduğuna ilişkin sırasıyla şu görüşlere yer verdikleri görülmektedir:

"*Bilim etrafımızda gördüğümüz her şeyle ilişkilidir. Merak ile başlar; duyguların, düşüncelerin ve ortamların etkisiyle meydana gelir. Bilim durağan değildir. Bilimin sınırları yoktur. Ancak açıklayamadığı belirli hususlar da mevcuttur. Diğer alanlardan farkı ise bilim olmadığında diğerlerini de açıklayamayız. Çünkü bilimin kapsayıcı bir yapısı vardır.*"

"*Bilim merak duyulan, araştırılan, gözlem ve deneylere dayanan bir alandır. Bilimi diğer araştırma alanlarından ayıran en önemli özelliği, kanıtlanabilir ve değişebilir oluşudur. Bilim kesine yakın ve genel-geçer*

bilgilere dayanırken din ve felsefe gibi alanlar daha çok kişiye göre yorumlara ve inanışlara göre değişir. Bilimde var olan, kabul edilen genel bir gerçeklik vardır."

"*Bilim yaşamımızdaki alanlarla sıkı sıkıya ilişkili olan, deneyleri, merak ve yaratıcılığı içeren sistematik bir yapıdır. Felsefede ve dinde olgulara gidilerek inceleme yapılmaz. Olgulara, gözlem ve deneylerle gidilir.*"

"*Bilim araştırmalara ve gözlemlere dayanan çalışmalara denir. Bilimde daha çok kanıtlara yer vardır. Araştırmalara ve gözlemlere dayanır. Din ve felsefe var olanla ilgilenir."*

Katılımcılar sırasıyla deneyi şöyle ifade etmektedir:

"*Deney bilimsel bir bilginin tekrar tekrar sınanmasıdır ve deneyler sonucunda elde edilen kanıtlar belirli bir teoriye hizmet eder. Deney sayesinde, merak edilen durum gözlenmiş ve bu gözlem sırasında oluşabilecek hatalar ortaya çıkarılmış olur.*"

"*Deney bir düşünceye veya yargıya yönelik kanıt toplamak amacıyla uygulanan bir yöntemdir.*"

"*Bir konuyu araştırmak için, doğruluğunu göstermek için çeşitli araç ve gereçlerle inceleme yaptığımız işlemlerdir.*"

"*Araştırmalar ve gözlemlerle sonuçlanan bilgileri araç-gereçlerle denemeye denir.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna ise sırayla şu şekilde yanıt vermişlerdir:

"*Evet, deneylere ihtiyaç vardır. Çünkü deneyler de bilimsel araştırma sürecinin bir parçasıdır. Sadece deneylere bağlı kalmamakla birlikte, gözlemlere ek olarak, deneylerin de yapılmasında fayda vardır.*"

"*Bilimsel bilginin gelişebilmesi için deneylere ihtiyaç vardır. Var olan bilgi deneylerle desteklenerek geliştirilebilir. Deneyler sonucunda ulaşılan sonuçlar var olan bilgiyi aşmamıza yardımcı olur.*"

"*Bilimsel bilginin gelişebilmesi için kanıtlara ihtiyacı vardır. Bilim insanları da kanıtlarını ve gözlemlerini kanıtlanmış hale getiriyorlar.*"

"*Evet vardır. Deneyler yoluyla gerçek bilgiye ulaşabiliriz. Sonuca ulaşabilmek için araştırmaları denemek lazımdır.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bağdaştırıcı görüşlerini; bilimin kapsayıcı özellikte olmasına, bilimin kanıta dayalı olmasına, bilim dışındaki araştırma alanlarının önyargılara daha elverişli olmasına, deneylerin diğer araştırma türlerinden biri olmasına, sadece deneylere bağlı kalınmaması gerektiğine, deneylerin tekrarlanabilirlik sağladığına inandıkları görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan D15 ve D31 kodlu katılımcıların bilimi diğer disiplinlerden ayıran özelliklerin sorulduğu soruya sırasıyla şu yanıtları verdikleri görülmüştür:

"*Bilim insanlarının ileriye, iyiye gitmesi için üzerinde çalıştıklarını, uğraştıklarını, etkilendiklerini içeren alandır. Deneyip yanılarak birtakım teorilere ulaşılabilir. Fakat, hiçbir teoriye tam olarak doğru veya yanlış diyemeyiz. Din ve felsefede yanlışlanabilirlik ve farklı görüşlerin ortaya atılması gibi bir durum söz konusu değildir. Her şey olgulara ilişkin düşünme yapılarının etrafında şekillenir.*"

"*Bence bilim duvarlarını yıkıp aklın özgürlüğünü ön plana çıkarıp maksimum derecede hayal edip, farklı durumlara farklı gözlemlerle yaklaşıp, konuşup, tartışıp, hissedip, anlaşıp, yorumlayıp, deneyselliği de kanıtlarla gösterip yeni şeyler keşfetmektir. Bilimi diğer araştırmalardan ayıran özellikler; bilimin belirli bir tutarlılığı vardır. Herkes düşünemez ama dayandırılan metotlar sağlamsa herkes kabul etmek zorundadır. Din veya felsefede daha çok mantıkta ve akılda kalan belli çıkarımlarla ilgili durumlardır.*"

Katılımcılar deneyi sırasıyla şu şekilde tanımlamışlardır:

"*Deney deneme yanılma yoluyla ulaşacağımız, araç ve gereçlerle yapılan bir bilimsel süreçtir.*"

"*Deney elde edilen verilerin sağlam temeller üzerine oturtulması için kurulması gereken kanıt üreten düzeneklerdir.*"

Deneyler gerekli midir sorusuna katılımcılar sırasıyla şu yanıtları vermiştir:

"Evet, deneylere ihtiyaç vardır. Çünkü bazı bulguların rakamlarla ifade edilmesi gerekebilir. Deneyler elimizdeki bulguların daha güvenilir hale getirilmesine yarar. Örneğin kırılma yasaları deneysel verilerle desteklenmiştir. Deney ve gözlem sayısı arttıkça doğruluğu da bir o kadar artmış olur. Daha nesnel bir hale geldikçe şüphelerden uzak bir yapıya ulaşmış olur."

"*Evet vardır. Bilimsel bilginin üretilme aşamasında merak, hayal gücü vardır fakat bunlar olayı çözümlemede ve anlayabilmede önemli rol oynar. Bilgi bu düzeyde sadece bilgidir. Bilimsel olabilir fakat topluma hitap edebilmesi için bilimselliğini kanıtlamaya ihtiyacı vardır. Bunun için de deney gereklidir. Aynı zamanda yapılan deneyler sonucu elde edilenler başka durumların devamı için de gereklidir. Çünkü bilimsel bilgi değişebilir, ekleme yapılabilir.*"

Bilgili görüşe sahip olan katılımcıların görüşleri incelendiğinde; bilimin olgularla ilgilendiğini belirttikleri, somutlama gibi kavramları nadiren kullandıkları veya hiç kullanmadıkları, hiçbir teorinin tam olarak doğrulanamayacağını veya yanlışlanamayacağını düşündükleri, bilimde aklın özgürleştirilmesi gerektiğini düşündükleri, doğrulamanın yanı sıra buluş bağlamının da önemli olduğunun farkında oldukları görülmüştür. Bu iki katılımcının görüşlerinin bilim felsefesi bağlamından bağdaştırıcı olmayan ve bağdaştırıcı görüşte olan katılımcılara göre yoğun şekilde

etkilendiği dikkati çekmektedir. Hiçbir teorinin tam olarak doğrulanamayacağını veya yanlışlanamayacağını belirten katılımcının bireysel bilim felsefesi etkinlikleri sırasında Kuhn üzerine çalıştığı görülmüştür. Bu nedenle katılımcının teorilerin yapısı hakkında Kuhn'dan etkilendiği ve onun görüşlerini paylaştığı söylenebilir. Bir diğer görüş ise aklın özgürleştirilmesi gerektiği fikriyle ilgilidir. Benzer şekilde bu katılımcının ise uygulamalar boyunca Feyerabend'ten sorumlu olduğu görülmüştür. Her iki katılımcı da kendilerine ait olan dönem sonu posterlerinde belirttikleri bu görüşlere yer vermişlerdir. Bu durum üst biliş etkinliği olarak deney grubundaki katılımcılar tarafından kullanılan ve dönem sonunda ortaya konan posterlerin bilgili görüşlerin geliştirilmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Posterlerin yanı sıra bilim felsefesi/bilim tarihi bağlamı sağlamayı amaçlayan okuma parçaları da bu görüşlerin gelişmesinde etkili olmuş olabilir. Bununla birlikte, bu gelişim posterler üzerinde daha somut bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Katılımcı görüşleri yoluyla elde edilen bulgular kontrol ve deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalara yön veren bağlam temelli doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, diğer bileşenlerin yanı sıra bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenindeki görüşlerin geliştirilmesi üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Elde edilen bulguları destekleyen ve bağlam temelli bilimin doğası öğretimi yaklaşımının bilimin doğası anlayışlarını geliştirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Akerson ve Donnelly 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Bell vd. 2011, Bilican 2014). Yacoubian ve BouJaoude (2010) bu araştırma kapsamında da ele alınan yansıtıcı tartışmalar yoluyla bu bileşende gelişim sağlandığını tespit etmiştir. Carey vd. (1989) öğrencilerin yansıtıcı tartışmalar sayesinde deneyin fikirlerin test edilmesi amaçlı olduğunu kavradıklarını tespit etmiştir. Bu durum hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların görüşlerinin gelişiminde bu yansıtıcı tartışmaların ve okuma parçalarına ilişkin yansıtma kağıtlarının etkili olabileceğini göstermektedir. Evrim konusunu içerik olarak ele alan çalışmada Scharmann vd. (2005) uygulamalar sonunda öğretmen adaylarının bilimi bilimsel olmayandan ayırt edebilir hale geldiklerini görmüştür. Wahbeh (2009)'in bilim tarihi/felsefesi okuma parçalarıyla desteklediği tez çalışmasında, uygulama sonrasında katılımcıların %68'inin bilimi diğer disiplinlerden ayıran şeyin kanıta dayalı olması olduğunu anladıkları bulgusuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Rudge vd. (2013) sınai melanizmi kullandığı bilim tarihi bağlamlı çalışmasında bu bileşende gelişim göstermiştir. Mevcut araştırma kapsamında da bilim tarihi/felsefesi kaynaklı okuma

parçalarına yer verilmiştir ve katılımcıların bilim felsefesi oturumlarına katılmaları ve bilim felsefecilerinin görüşlerini paylaşmaları sağlanmıştır. Dolayısıyla bilgili görüşlerin bu araştırma kapsamında geliştirilmiş olması önceki araştırma bulgusunu desteklemektedir. Sadler vd. (2002) küresel ısınma konulu sosyobilimsel konuların işlenmesinin bu bileşene ilişkin görüşleri geliştirdiğine değinmektedir. Dolayısıyla, bu bulgudan yola çıkılarak bu araştırma kapsamında elde edilen artışların, diğer etmenlerin etkisi de gözetilmek şartıyla, kullanılan iki sosyobilimsel konudan kaynaklanmış olabileceği söylenebilir. Bu konular hem kontrol hem de deney gruplarında kullanıldığı için bu etkinin her iki grup için de geçerli olduğu söylenebilir. Öte yandan Bell vd. (2011) öğretmen adaylarının konu bağlamlı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla bilgili görüşlerini %20'den %73'e yükselttiklerini tespit etmiştir. Dolaylı yaklaşım grubunda ise gerilemeler görülmüştür. Elde edilen bulgu bu araştırma kapsamında elde edilen gelişimlerin doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkisiyle gerçekleşmiş olması durumunu desteklemektedir. K31 kodlu katılımcının ders esnasında bilimsel bilginin kanıta dayalı olduğunu gördüklerini hatırlatması ve görüşlerinde bu konuya değinmesi doğrudan öğretimin önemine işaret eden bir başka durumdur. Bir başka çalışmada Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %53 artış sağlamıştır. Bu araştırmada olduğu gibi deney grubunda üst bilişsel strateji kullanımına giden çalışmada Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) deney grubunda %56 artış tespit etmiştir. Mevcut araştırmada bu oran deney grubunda olmasına karşın yalnızca %10 civarında olmuştur. Öte yandan, yakın tarihli çalışmasında Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı çalışmada uygulamalar sonrasında bu bileşendeki bilgili görüşlerde %88 artış sağlamıştır. Bu artış düzeyleriyle karşılaştırıldığında, bu çalışmadan elde edilen artışların hem kontrol hem de deney grubunda sınırlı kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Uygulama süreci sonunda bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşeninde görülen artışların nelerden kaynaklanabileceği, üzerinde mutlaka durulması gereken ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutması bakımından önem arz eden bir konudur. Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan biri, jenerik etkinliklerin yanı sıra, her hafta jenerik etkinliklerin devamında kullanılan güncel okuma parçaları ve bu okuma parçalarına ilişkin yansıtmalar olabilir. Uygulamalar sırasında kullanılan güncel okuma parçaları sırasında katılımcılardan o okuma parçasında verilen bilgiler ışığında, bilimsel bilginin kanıta dayalı olmasına ilişkin ipuçlarını not

etmeleri ve bunu sınıf içinde tartışmaları istenmiştir. Kuzgunlar ile ilgili olan okuma parçasında; yalnızca insanlara ait olan soyut düşünme özelliğinin kuzgunlarda da var olduğu bilgisine doğal dünyaya dayalı olan gözlemler sonucunda ulaşıldığından, bu bulgulara dayalı olarak araştırma ekibi tarafından belirli çıkarımlar yapıldığından ve bulguların prestijli bir bilimsel dergide yayımlandığından bahsedilmektedir. Böylece katılımcılar bilimsel bilginin kanıta dayalı gözlemler sonucunda değişebileceğini veya varlığını sürdürüp yeni yorumlamalara imkan verebileceğini anlama fırsatı bulmuştur. Işığın gürültüsü isimli okuma parçasında ise ışığın gürültüsünün ölçülemez olduğu bilgisinin, normal halinden 100 kat daha güçlü bir süper atom sayesinde, araştırmacının karanlıkta bile var olduğu düşünülen temel gürültü seviyesinin o karanlığa çok az miktar ışık eklendiğinde düşürülebileceğine ilişkin kanıtlar sayesinde değiştiğinden bahsedilmektedir. Böylece katılımcılar kanıta dayalı olmanın bilimsel bilginin değişiminde önemli bir yere sahip olduğunu görme fırsatı bulmuşlardır. Kütle çekim dalgalarıyla ilgili olan okuma parçasında, zamanında Einstein tarafından ortaya atılan uzay-zaman kavramının diğer cisimlerin birbirini çekmeleri için bir aracı vazifesi gördüğü fikrinin, yapılan kontrollü deneylerden elde edilen kanıtlar sayesinde doğrulandığı görüşü verilmiştir. Katılımcılar yıllar önce ortaya atılan ve günümüzde doğrulanabilen bir fikrin yine kanıta dayalı bulgularla değişebileceğini görmüşlerdir. Bu üç güncel okuma parçası boyunca katılımcılardan beklenen, belirtilen durumları tespit etmeleri ve bu tespitlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak tartışmaları olmuştur.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise süreç kontrol etkinliği olarak gerçekleştirilen "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmidir. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen bilimsel bilginin kanıta dayalı olmasına ilişkin durumları tespit etmeleridir. Film boyunca, Einstein'ın matematiksel problemlerin çözümünde eşinden yardım alması, Lavousier'in kütlenin korunumu ile ilgili deneylerini halka açık alanlarda yapması ve Faraday'ın elektromanyetik dalgaların varlığını kendi kurduğu bir düzenek sayesinde uzun uğraşlar sonunda saptayabilmesi gibi durumlar, katılımcıların bu bileşene ilişkin tespit edebilecekleri durumlardan bazılarını oluşturmaktadır.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise öğretimin bağlam temelini oluşturan sosyobilimsel konular olabilir. Araştırmanın altıncı haftasında uygulanan insan klonlanması konusunda, klonlanan

insanların yaşam döngülerinde nasıl değişikliklerin olabileceği veya bu değişikliklerin onların yaşamlarına olumsuz etkilerde bulunup bulunmayacağına ilişkin tartışmalar yoluyla katılımcılar bu alanda yeteri kadar kanıta ulaşmadan genellemelerin yapılmasının zor olduğu fikrine ulaşma fırsatı bulmuşlardır. Bu konu bağlamında farklı görüşlerin olabileceğini fark eden katılımcılar, taraf oldukları görüşlerin yalnızca kanıta dayalı bulgular sayesinde geçerliğini artırabileceğini anlamışlardır. Araştırmanın yedinci haftasında uygulanan sürücüsüz araç konusunda ise, sürücüsüz araçların yeni yeni gündeme geldiğinden, bu araçların henüz test aşamasında olduğundan ve ilk test sürüşlerinin ardından bu araçların kullanımına ilişkin soru işaretlerinin varlığını sürdürdüğünden bahsedilmektedir. İleriki zamanlarda sürücüsüz araçların ölümlü trafik kazalarına neden oldukları takdirde, kimin hukuki yönden sorumlu olacağı konusu üzerinde yürütülen tartışmalar sırasında katılımcıların eldeki kanıtların henüz yetersiz olduğu ve elde edilecek yeni kanıtlarla birlikte bu gibi sorunların yakın zamanda daha kolay üstesinden gelinebileceği fikrini edinmeleri amaçlanmıştır. Tartışmalar argüman oluşturma ve bu argümanların desteklenmesi veya çürütülmesi şeklinde araştırmacının rehberliğinde yürütülmüştür. Bu iki hafta boyunca gerçekleştirilen argümana dayalı tartışmaların katılımcılarının diğer bilimin doğası bileşenlerinin yanı sıra kanıta dayalı olma bileşenindeki artışlara yardımcı olduğu söylenebilir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise öğretimin bağlam temelini oluşturan bilim felsefesidir. Okuma parçaları üzerinden yapılan rehber kontrolündeki tartışmalar yoluyla katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışlarının daha da derinleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu oturumlar sırasında gerçekleştirilen tartışmaların katılımcıların bilimsel bilginin kanıta dayalı olduğunu daha derinden anlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir.

Özetle, öğretmen adaylarının bu bileşene ilişkin görüşlerinin geliştirilmesi için çeşitli bağlam temelli uygulamaların etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlam temelli etkinliklerin üst bilişsel stratejilerin kullanılması yoluyla desteklenmesi durumunda ise öğretimin daha etkili olduğu görülmüştür. Uygulamalardan sonra öğretmen adaylarının özellikle bilimi diğer araştırma disiplinlerlerinden ayıran noktaları daha iyi kavradıkları ve bilimsellik ölçütlerini tartışabilir hale geldikleri söylenebilir. Öte yandan, sosyobilimsel konu destekli uygulamaların bu bileşene ilişkin tartışmalara katkı sağladığı ve bilim tarihi örnekleri ile birlikte derin anlamaların önünü açtığı söylenebilir.

Bu bileşenin bilimsel bilginin değişebilir olması bileşeni ile yakından ilişkili olması öğretmen adaylarının verdikleri yanıtlara yansımış olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu iki bileşenin etkileşim içinde olduğu ve ortak kazanımlar içerdiği öğretim uygulamalarına daha sık yer verilmesi ve bu uygulamaların öğretmen adaylarının ön bilgileriyle ilişkilendirilmesi önerilebilir.

4.1.2.2.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan dördüncü ve beşinci sorulara verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Ağırlıklı olarak dördüncü soruya verilen yanıtlar dikkate alınırken, emin olunamayan durumlarda beşinci soruya verilen yanıtlara başvurulmuştur. Bu bileşendeki analiz ön testlerde olduğu gibi üçlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşene ilişkin olarak belirli oranlarda gelişim gösterdiği anlaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından, uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe sahip olanların oranının %15.15 azaldığı, bağdaştırıcı ve bilgili görüşe sahip olanların oranının ise sırasıyla %6.05 ve %9.10 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının, bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe ve bağdaştırıcı görüşe sahip olanların oranının sırasıyla %15.625 ve %28.125 azaldığı, bilgili görüşe sahip olanların %43.75 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda yer alan katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmalarının olduğu düşünülmektedir. Bilgili görüşteki değişim özelinde incelendiğinde, deney grubundaki katılımcıların kontrol grubundaki katılımcılara göre daha çok gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan K2, K4, K13 ve K21 kodlu katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde sırasıyla şu ifadeleri kullandıkları görülmektedir:

"*Bilimsel bilgi değişir. Çünkü bilimsel bilginin tam olarak gerçek bir bilgi, doğru bir bilgi olduğunu %100 söyleyemeyiz. Bilimsel bilgi çevre ve insanlar ile iç içe olduğundan dolayı her ikisi gelişince teoriler de değişiyor. Teoriler de doğal olarak değişir.*"

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü şöyle diyelim örneğin atom üzerine birçok bilim adamı değişik teoriler ortaya atmışlar. Yani hem Dalton hem Rutherford hem Bohr atom üzerine değişik teoriler ortaya atmış ve hiçbirinin de teorisi birbiriyle aynı değil. Şunu demek gerekirse teoriler daha çok yasa halini almadığı için bir konu üzerine farklı teoriler olabilir.*"

"*Bence teoriler değişebilir. Teorilerin üstüne bir hipotez kurulursa bunu yanlışlayabilecek iyi kanıtlar oluşturabilir ise teoriler de değişebilir. Teoriler, yasalar değil genelleştirilmiş hipotezlerdir. Bu yüzden değişebileceğini düşünüyorum.*"

"*Teori çok sayıda gözlem ve deneylerle desteklenebilen hipoteze denir. Bu tanımdan yola çıkarsak eğer teori deney ve gözlemlere dayanıyorsa evet değişebilir. Çünkü yapılan deneyde hata olabilir bunun sonucunda gözlem de hatalı ya da eksik olabilir. Bu durumda çıkacak sonuç da eksik ya da hatalı olacaktır. Yapılan bir sonraki deneyde bunlara dikkat edilerek yapılırsa çıkacak sonuç ve gözlem daha farklı olur. Sonuç olarak teori değişebilir. Günümüze kadar yapılan buluşlar da bu şekilde ilerlemiştir.*"

Teorilerin değişebilir olduğu yönünde görüş bildiren katılımcılar değişebilir olan teorileri öğrenmek için neden bu kadar çaba sarf ediyoruz diye sorulduğunda görüşlerini şu şekilde gerekçelendirmiştir:

"*Çünkü teorilerin sürekli değişmesi zamana bağlıdır. Bir teori değişirken o teorinin önceki bilgilerine varsayımlarına bakılarak yön bulunması gerekiyor. Yani var olan bir bilgi değişir. Newton'un üç temel yasası örnek verilebilir.*"

"*Bir önceki soruda dediğim gibi aynı konu üzerine birçok bilim adamı farklı teoriler ortaya atmış. Hepsinin teorileri farklı olmasına rağmen onları öğrenmemizin sebebi ise teoriler henüz yasalaşmadığından onlar da yeni teoriler de bilimsel bir bilgidir. Bilimsel bilgi olan şeyde mutlaka öğrenilmesi gereken bilgilerdir.*"

"*Teorilerin zamanın bir kesitinde bağlı kalarak o döneme hakim bir paradigma oluşturması buna bağlı olarak üzerine yeni bilgilerin ve gözlemlerin de eklenmesi ile yeni bilimsel bilgiler ortaya çıkarmaktadır. Değişmesine rağmen insanların çabalaması merakından dolayı ve doğanın yaratılışı ve evrenin oluşu gölgesindedir.*"

"*Albert Einstein ışık hızını keşfederken geçmişteki birçok bilim insanından esinlenmiştir. Yani zamanın şartlarından dolayı göz önünde bulundurularak teorilerin nasıl geliştiğini ve nasıl gelişeceğini öğrenmek için çaba harcıyoruz. Eğer günümüzde kusursuz gördüğümüz bir teoriyi*

ilerde eksiğini gören bir insanın bu eksiği fark etmesi için teorileri öğrenmek zorundayız."

Katılımcılar, benzer şekilde, bilimsel yasa ile ilişkili olan beşinci soruya sırasıyla şu şekilde yanıt vermiştir:

"*Evet vardır. Bilimsel bir teori üzerinden düşünülerek bilgi bilimsel bir yasaya dönüştürülür. Bilimsel bir teori herkes tarafından kabul edilmez. Bir teori farklı farklı düşünülebilir fakat bilimsel bir yasa herkes tarafından kabul edilmiştir.*"

"*Fark vardır. Çünkü teoriler kabul görürse yasalaşıyor. Bilimsel bir teori demek aynı konu üzerine farklı görüşlerin, düşüncelerin olması demektir. Görüşler ve düşünceler belli bir yerden sonra yasalaşıyor. Bilimsel bir yasa ise herkes tarafından kabul gören tek bir düşüncesi olan bilgilerdir. Örneğin geometride kullanılan Pisagor yöntemi bir teoriyi ifade ederken kullanılır.*"

"*Bilimsel bir teori ile bir yasa arasındaki fark yasalar teoriler değildir. Genelleştirilmiş hipotezlerdir. Teoriler ortaya atılan güçlü iddialar veya varsayımlardır.*"

"*Teoriler deney ve gözlemlere dayanan hipotezlerdir. Gözlem ve çıkarımlar her insan için farklıdır. Bu nedenle teoriler herkes tarafından kesinleşmiş bilgilerdir. Bu yüzden teori ile yasa birbirinden farklıdır.*"

Katılımcıların görüşleri incelendiğinde; tam olarak doğru olan bir bilgiye ulaşılamayacağına, bilimsel bilginin sosyal çevrenin etkisiyle oluştuğuna, yeni teorilerin önceki teorilerin varsayımlarını geliştirerek ilerlediğine, hipotezlerinin yanlışlanması yoluyla elde edilen kanıtların teorilerin değişmesine neden olduğuna, teorilerin belirli paradigmalara ait güçlü iddia ve varsayımlara dayandığına, teorilerin gözlem ve deneye dayalı kanıtlar ışığında değişebileceğine, teoriler üzerine düşünmenin açıklayıcı gücü sayesinde araştırma alanlarındaki boşluklara ışık tuttuğuna değindikleri görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan K1, K16 ve K18 kodlu katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde şu ifadeleri kullandığı görülmektedir:

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Geliştirilen teoriler zamanla yapılan araştırmalara, deneyi araştırmayı yapan kişiye ve mekana bağlı olarak değişebilir. Örneğin, atom teorisinde ilk zamanlarda atomun parçalanamayacağını düşünürken bir su damlasının başka bir su damlasıyla tam ortadan bölünmesi gözlemlendikten sonra bilim insanları bu teoriyi çürütüp uranyum atomuna nötron ışıması yaparak atomu bölmüştür. Bu insanlık tarihinde bir devir açmıştır. Teoriler değişebilir çünkü araştırma yapan bilim insanlarının bakış açısı yaşadığı dönem sosyokültürel ortamları önceki teorilerin geçersiz kılınmasını sağlayabilir.*"

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Bu ne olursa olsun fikirleri, insanların imkanları değiştikçe ortaya attığı teorileri de değişebilir. Bu kesin demek anlamına gelmez.*"

"*Teoriler değişebilir. Bu görüşe atom teorisinden örnek verirsek öncelikle atomun parçalanamayacağı teorisi ortaya atılıyor. Teoriler güçlü önermeler demektir. İnsanlar özellikle de bir konu hakkında bilimsel çalışmalar yapan bilim insanları tarih boyunca çok kez teoriler üretmiştir. Ve her geçen yıl teoriler üzerinden başka bir bilim insanı farklı teoriler üretmiştir. Her insanın bir konu hakkında gözlem ve çıkarımı birbirinden farklı olduğu için insanın bakış açısı farklı olduğundan aynı teoriler ortaya çıkmamaktadır. Faraday elektrik üzerinden yaptığı çalışmaları sonucunda elektromanyetizmayı bulmuşken, Einstein elektromanyetizmayla ilişkili olan ışık hızından yola çıkarak enerji formülünü bulmuştur.*"

Teorilerin değişebilir olduğu yönünde görüş bildiren katılımcılar değişebilir olan teorileri öğrenmek için neden bu kadar çaba sarf ediyoruz diye sorulduğunda görüşlerini şu şekilde gerekçelendirmişlerdir:

"*Teoriler zamanla değişiyor. Biz bu teorileri öğrenmek için sürekli olarak çaba harcıyoruz. Zaman harcıyoruz bir bütçe ayırıyoruz. Eğer bunları yapmazsak bir ilerleme sağlayamayız. Kendimizi kısıtlarsak var olan teorileri gerçekmiş gibi kabul görürsek kendimizce sınırlar koyarsak bilimde ilerleme olmaz. Ortaya atılan bilgiler değişmeyecekmiş gibi doğru olarak kabul edilmemelidir. Einstein, Faraday'dan etkilenmiştir. Bu teorilerin değişecek olmasının bilinmesine rağmen Einstein'ın yaptığı araştırmalar insanlık tarihinde büyük önem arz etmektedir.*"

"*Zamanla değişeceği kesin değil ve herkesin kendi fikrinin olması bu teoriyi öğrendikten sonra kendince yorumlamasından kaynaklanmaktadır.*"

"*Teoriler zamanla değişiyor, biz bu teorileri öğrenerek bilimin nasıl yollardan geçtiğini, bilimsel bilginin nasıl uğraşlar sonucu elde edildiğini ve bilimin atasını anlamak için tarihe baktığımızda bilim insanları önceki teorilerden yola çıkarak yeni teoriler ya da yasaları nasıl ortaya atmışlar görürüz. Örneğin, Einstein Faraday'ın teorilerinden yola çıkarak enerji formülünü keşfetmiştir.*"

K16 ve K18 kodlu katılımcılar, benzer şekilde, bilimsel yasa ile ilişkili olan beşinci soruya sırayla şu şekilde yanıt vermiştir:

"*Evet farklıdır. İkisi de birbirinden farklı şeylerdir. Ama bu ikisi ayrı ayrı düşünülemez. Teorilerin değişebilir olması bir farklılıktır. Fakat yasalar da teoriler olmadan olmaz. Yasalar kolay kolay değişemeyen şeylerdir.*"

"*Fark vardır. Bilimsel teori zamanla yeni bilgilerle değişebilir. Atom teorisinde olduğu gibi. Atom parçalanamaz teorisini Elise parçalandığını göstererek değiştirmiştir. Bilimsel yasa genelleştirilmiş hipotezlerdir.*

Örneğin Newton Yasası hala geçerliğini korumaktadır. Bu yasa kanıtlara dayanan bir yapıdadır."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların teorilerin yeni bakış açılarıyla birlikte değişebileceğine, ilerlemek için teorilere ve bu teoriler üzerine düşünmeye ihtiyaç olduğuna, teorilerin gerçeğin kendisi olmaktansa onun bir tasarımı olduğuna, teorilerin ve yasaların birbiriyle ilişkili olduğuna ve bunların birbirinden ayrı düşünülemeyeceğine, yasaların değişime daha dirençli olduğuna, doğrulama bağlamının yanında buluş bağlamının da bilimsel bilginin ilerlemesinde rol oynadığına, teorilerin yeni bilgiler ve yeni yorumlamalara açık olduğuna, yasaların genelleştirilmiş hipotezler olduğuna değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D13, D16 ve D27 kodlu katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde sırayla şu ifadeleri kullandıkları görülmektedir:

"Evet teoriler de değişebilir. Dünyada hiçbir şeyin kesinliği yoktur. Kesin gibi görünür ama zamanla değişir. Örneğin teoriler kanunlara dönüşebilir. Üzerinde çalışmalar yaparak onu değiştirebiliriz. Dünya döndükçe, zaman değiştikçe teknoloji ilerliyor ve bu yüzden teorilerin varlığını yok etmiyoruz ama üzerine yeni şeyler ekliyoruz ve onları geliştiriyoruz."

"Teoriler değişebilir. Bilimsel bilgi geliştikçe oluşturulan teoriler de değişebilir. Öğrenilen bilgi düzeyinde teoriler değişebilir."

"Bilimin en önemli özelliklerinden biri de değişebilir olmasıdır. Bu yüzden yeni bilgilerle teoriler de değişebilir."

Teorilerin değişebilir olduğu yönünde görüş bildiren katılımcıların değişebilir olan teorileri öğrenmek için neden bu kadar çaba sarf ediyoruz diye sorulduğunda görüşlerini şu şekilde gerekçelendirdikleri görülmüştür:

"Çünkü paradigma diye bir şey var. O dönemde önce klasik fizik vardı. O zamanlar klasik fizik baskındı. Zamanla her şey gelişti ve yeni bilgiler bulundu ve modern fizik gelişmiş oldu. Eski olan varlığını yitirmedi ve yeni şeylerin oluşumunda bir temel olarak kullanıldı. Temeli olmayan bir inşaat olur mu hiç!"

"Var olan ve kabul gören teoriyi öğrenip üzerine eklemeler yapmadan ilerletemeyiz."

"Evet teoriler değişiyor ama bu değişimler temelden olan bir değişim olmuyor var olan bilginin üzerine yeni bilgiler ekleniyor ve bu kısa sürede gerçekleşmiyor. Uzun bir süreçten sonra değişiyor."

Katılımcılar, benzer şekilde, bilimsel yasa ile ilişkili olan beşinci soruya ise şu şekilde yanıt vermiştir:

> *"Teori ve yasa birbirinden farklıdır. Teori bir kuram yasa ise kanun olmuştur."*
>
> *"Teoriler deneylerle desteklenmiş hipotezlerdir. Yasalar ise genelleştirilmiş hipotezlerdir. Aralarındaki en büyük fark teorilerin yasalara dönüşemiyor olmasıdır."*
>
> *"Teori bilim insanının çalışmalarına başlamadan yaptıkları gözlemlere dayanarak yaptıkları tahminlerdir. Yasa ise yapılan deneylerle ayrı sonuçlara varılması ile kabul olmuş şeylerdir. Teori bir olguyu açıklamaya, yasa ise tanımlamaya çalışır."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların hiçbir bilginin kesin olmadığına ve bu nedenle değişebilir olduğuna, bu değişimin paradigmalar yoluyla gerçekleştiğine, teorilerin önceki teorilerin üzerine inşa edildiğine, teorilerin kanıtlarla desteklenen hipotezlerden oluştuğuna ve teorilerin açıklamaya yasaların ise betimlemeye çalıştığına değindikleri görülmüştür.

D15 ve D21 kodlu katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili görüşleri incelendiğinde sırasıyla şu ifadeleri kullandıkları görülmektedir: (3)

> *"Teoriler değişebilir. Çünkü bilim insanları gün geçtikçe farklı buluşlar ortaya koyarlar ve bunların gelişmesi için çaba harcarlar. Deney verileriyle de bu teoriler desteklenir veya itibar kaybedebilir. Teoriler değişime açıktır ve geliştirilebilir çünkü bilim insanlarının yaşantısına, hayal gücüne ve çevresine bağlı olarak değişiklik gösterir. Tüm bu etmenler altında, bilimsel bilginin değişmeyeceğini düşünmek mümkün değildir."*
>
> *"Teoriler de değişebilir. Eğer onu çürütebilecek yeni bir teori ortaya konulabilirse değişebilir. Bilimsel bilgiler sabit kalmaz. Üzerinde araştırma yapıldıkça daha iyiye götürülür. Bu durum sistematik çalışmalarla ilgilidir."*

Teorilerin değişebilir olduğu yönünde görüş bildiren katılımcılar değişebilir olan teorileri öğrenmek için neden bu kadar çaba sarf ediyoruz diye sorulduğunda görüşlerini sırasıyla şu şekilde gerekçelendirmişlerdir:

> *"Çünkü elimizdeki mevcut teorilerden yola çıkılmalıdır. Bu teoriler yapılacak olan yeni çalışmalara ışık tutar ve tüm araştırma sürecinin sıfırdan tekrarlanmasını önler. Böylece zamandan ve emekten tasarruf sağlanır."*
>
> *"Teorileri ilk halleriyle öğrenmemiz gerektiğini düşünüyorum. Çünkü değişen teori de kendi kendine oluşmamıştır. Önceki bilgilerden destek*

alınarak daha iyisi kurgulanmaya çalışılır. Bilimsel bilginin gelişimi hiçbir zaman geçmişten bağımsız değildir."

Katılımcılar, benzer şekilde, bilimsel yasa ile ilişkili olan beşinci soruya ise şu şekilde yanıt vermiştir:

"Teoriyle yasa arasında fark vardır. Çünkü teoriler hiçbir zaman yasalara dönüşemez, yasalar da teorilere dönüşemez. Eğer kanıtlarla veya buluşlarla teoriye katkı sağlanırsa o teori yasa halini almaz, yalnızca desteklenmiş ve daha güvenilir bir hale gelmiş teori olur."

"Bilimsel teorilerin değişebileceğini düşünüyorum. Teknoloji geliştiği için yeni araştırma yöntemleri de ortaya çıkıyor. Yasa daha önceki araştırmalara yeni bilgiler eklendiği için teoriler değişir."

Bilgili görüşe sahip olan bu katılımcıların görüşleri incelendiğinde teorilerin destekleyici kanıtlarla güvenirlik kazandığına çürütücü kanıtlarla da itibar kaybettiğine, yeni teorilerin önceki teorilerden yola çıktığına, teorilerin araştırmalara her defasında sıfırdan başlanmasını önlediğine, teorilerin hiçbir durumda yasalara dönüşemeyeceğine, teorilerin onların yetersizliğini gösterebilecek yeni bir teorinin varlığı durumunda yerine bu yeni teoriye bırakacağına (Lakatos 1993) değindikleri görülmüştür.

Araştırmadan elde edilen bu bulgular kontrol grubunda ve deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalara yön veren bağlam temelli doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, diğer bileşenlerin yanı sıra bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenindeki görüşlerin geliştirilmesi üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, kontrol grubunda yer alan katılımcıların yetersiz görüşlerinin %15.15 oranında azaltıldığı, bilgili görüşün ise %9.10 arttığı görülmüştür. Deney grubunda ise üst bilişse stratejilerin kullanımıyla desteklenen bağlam temelli öğretimin katılımcıların görüşlerini %43.75 artırdığı görülmüştür. Elde edilen bulguları destekleyen ve bağlam temelli bilimin doğası öğretimi yaklaşımının bilimin doğası anlayışlarını geliştirdiğini gösteren çalışmalar mevcuttur (Akerson ve Donnelly 2008, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009, Bell vd. 2011). Bununla birlikte, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının her durumda bilimin doğası anlayışlarını geliştireceği genellemesinden kaçınmak gerekir. Özellikle bilimin doğası öğretiminde, bu yaklaşımın, bağlam temelli olmayan ve bağlam temelli olan etkinliklerin bir arada olduğu uygulamalarda daha etkili sonuçlar vereceğine ilişkin görüşler de mevcuttur (Clough 2006). Bu araştırma kapsamında ele alınan uygulama süreci gereği, ilk 5 haftada kullanılan jenerik etkinlikler, bu etkinliklere bağlam oluşturabilecek çeşitli eğitsel araçlarla desteklenmiştir.

İlgili alan yazın incelendiğinde Abd-El-Khalick (2005)'in bu bileşenin en az gelişme görülen bileşenlerden biri olduğunu belirttiği görülmektedir. Howe ve Rudge (2005) bilim tarihi bağlamını orak hücreli anemi konusunda işlemiş ve bu bileşende gelişme tespit etmiştir. Khishfe (2008) sosyobilimsel konuları bağlam olarak kullandığı çalışmasında yedinci sınıf öğrencilerinin bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerinin %17'den %44'e yükseldiğini görmüştür. Araştırmacı bu bulgunun yanı sıra öğrencilerin bilimsel bilginin kesinliğini konusu olduğu olgunun görülebilir olmasıyla ilişkilendirdiği sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Sadler vd. (2002) küresel ısınma konulu sosyobilimsel konuların işlenmesinin bu bileşene ilişkin görüşleri geliştirdiği görülmüştür. Wahbeh (2009) bilim tarihi bağlamlı uygulamalardan sonra %74 oranında bilgili görüş tespit etmiştir. Bu orana benzer şekilde Bell vd. (2011) öğretmen adaylarında konu bağlamlı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla bu bileşende %80'lik bir artış tespit etmiştir. Dolaylı yaklaşım grubunda ise kayda değer bir değişiklik olmamıştır. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı kalıcılık çalışmasında, bu bileşende bilgili görüşlerde %48 artış sağlamıştır. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %60 artış sağlamıştır. Bu bulgulara benzer şekilde Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) uygulamalar sonrasında hem deney hem de kontrol grubunda yetersiz görüşlerin %5'e düştüğünü tespit etmiştir. Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) üst bilişsel stratejilerin kullanıldığı çalışmada bu bileşende deney grubundaki bilgili görüşlerde %64 artış sağlamıştır. Mevcut araştırmada deney grubundaki katılımcıların bilgili görüşlerindeki artışın %43.75 olduğu görülmüştür. Elde edilen bu bulgu hem fen bilimleri öğretmenleriyle gerçekleştirilmiş olması hem de üst düzeyde bağlam temelli bir bilimin doğası öğretimini temel alması bakımından özellikle Mulvey ve Bell (2017)'in çalışmasından elde ettiği bulgularla benzerlik göstermektedir.

Uygulama süreci sonunda bilimsel bilginin değişebilir olması bileşeninde elde edilen artışların nelerden kaynaklanabileceği, üzerinde mutlaka durulması gereken ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutması bakımından önem arz eden bir konudur. Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan biri, jenerik etkinliklerin yanı sıra, her hafta jenerik etkinliklerin devamında kullanılan güncel okuma parçaları ve bu okuma parçalarına ilişkin yansıtmalar olabilir. Uygulamalar sırasında kullanılan güncel okuma parçaları sırasında katılımcılardan o okuma parçasında verilen bilgiler ışığında, bilimsel bilginin değişebilir olmasına ilişkin ipuçlarını not

etmeleri ve bunu sınıf içinde tartışmaları istenmiştir. Kuzgunlar ile ilgili olan okuma parçasında; daha önceden yalnızca insanlara ait olan soyut düşünme özelliğinin kuzgunlarda da var olduğu sonucuna ulaşıldığı ve dolayısıyla bilimsel bilgilerin değişime açık olduğu fikri işlenmektedir. Işığın gürültüsü isimli okuma parçasında ise ışığın gürültüsünün ölçülemez olarak kabul edildiği, ancak bir araştırmacının hayal gücü ve yaratıcılığı sayesinde bu durumu aştığı ve ışığın gürültüsünü ölçtüğü belirtilmektedir. Böylelikle ışığın gürültüsünün ölçülemeyeceği şeklindeki bilimsel bilginin değiştiği görülmüştür. Bir diğer güncel okuma parçası, kütle çekim dalgalarının ilk kez gözlemlenmesiyle ilgilidir. Bu okuma parçasında, günümüzde pek çok durumu açıklamakta yetersiz kalmaya başlayan Newton Mekaniğinin yerini daha açıklayıcı olan Genel Görelilik Teorisine bıraktığından bahsedilmektedir. Bu okuma parçasında bilimsel bilginin değişiminin paradigmalara bağlı bir değişim şeklinde gerçekleştiği vurgusu yapılmaktadır. Bu üç güncel okuma parçası boyunca katılımcılardan beklenen, belirtilen durumları tespit etmeleri ve bu tespitlerini sınıf arkadaşlarıyla paylaşarak tartışmalarıdır.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise süreç kontrol etkinliği olarak gerçekleştirilen "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmidir. Bu film son hafta etkinliği olarak katılımcılara bir ders boyunca izletilmiştir. Katılımcılardan, filmi izlerken bilimin doğası bileşenlerine ilişkin olarak dikkatlerini çeken durumları not etmeleri istenmiştir. Film boyunca, ağırlıklı olarak modern fiziğe nasıl gelindiği ve bu gelişimin arkasındaki baş aktörlerin süreç içerisinde nasıl zorluklar yaşadıkları anlatılmaktadır. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen bilimsel bilginin değişebilir olması ilişkin durumları tespit etmeleridir. Bu filmin izlenmesi sonrasında katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olmasını fark ettikleri ve bu etkinliğe ilişkin bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda verilen yanıtların bu filme ilişkin birçok veriyi barındırması bu durumu doğrular niteliktedir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise öğretimin bağlam temelini oluşturan sosyobilimsel konular olabilir. Uygulamaların altıncı ve yedinci haftalarında işlenen sosyobilimsel konular sayesinde katılımcılar ilk beş hafta boyunca edindikleri bilgileri başka bir bağlamda tartışma ve yansıtmalar yapma fırsatı bulmuşlardır. Sosyobilimsel konuların ilkinde, insan klonlanması konusu ele alınmıştır. Bu konunun işlenmesi sırasında katılımcılardan bir önceki hafta konuyla ilgili araştırma yaptıktan sonra sınıfa gelmeleri ve konu hakkında

olumlu veya olumsuz bir net görüşe sahip olmaları istenmiştir. Sınıftaki tartışma başlamadan önce insan klonlanması hakkında olumlu ve olumsuz görüşe sahip olanların ayrı birer grup oluşturmaları ve tartışma devam ederken karşıt görüşte olan katılımcıları ikna ederek kendi gruplarına kazandırmaya çalışmaları istenmiştir. Benzer süreç, sürücüsüz araç konusu tartışılırken de yürütülmüştür. Bu tartışmalar süresince, argümantasyon yaklaşımı esas alınmıştır. Bu durum, tartışmaların uzaması ve istenen çıktıları sağlamaktan uzaklaşmasının önlenmesini sağlamıştır. Argümantasyon, sosyobilimsel konuların öğretiminde etkili bir araçtır. Benzer şekilde, sosyobilimsel konuların argümantasyon aracılığıyla tartışılması da katılımcıların, diğer tüm bileşenlerin yanı sıra, bilimsel bilginin değişebilir olması ile ilgili anlayışlarını da geliştirmiş olabilir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise öğretimin bağlam temelini oluşturan bilim felsefesidir. Ders dışı bilim felsefesi oturumları sırasında katılımcıların bilim üzerine düşünebilecekleri ve bilim felsefesinin temel bakış açılarının farkına varacakları tartışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli okuma parçalarından faydalanılmıştır. Bu okuma parçaları üzerinden yapılan rehber kontrolündeki tartışmalar yoluyla katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışlarının daha da derinleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu oturumlar sırasında gerçekleştirilen tartışmaların katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olmasını daha derinden anlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Deney grubunda yer alan katılımcılar ise kontrol grubunda yer katılımcılardan farklı olarak, bilim felsefesi bağlamı dışına çıkılmadan, araştırma kurgusu gereği, üst bilişsel yanı daha kuvvetli olan dramatizasyon etkinliklerine ve poster hazırlama etkinliğine katılmışlardır. Bu iki etkinliğin amacı, deney grubunda yer alan katılımcıların üst bilişsel yönü ağır basan etkinliklere katılmasının sağlanması ve böylelikle bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesidir. Benzer şekilde, deney grubunda son testlerde görülen büyük artışın, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, bu üst bilişsel yönü ağır basan etkinliklerin ele alındığı bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen performansa dayalı etkinlikler olduğu sonucuna varılabilir. Ders dışı üst bilişsel etkinliklerin ilki üst biliş eylem planlarıdır. Bu planlar sayesinde deney grubunda yer alan katılımcıların kendi öğrenmelerini planlamaları, izlemeleri ve değerlendirmelerinin önü açılmıştır. Böylelikle, bu katılımcılar üst bilişsel deneyimlerini daha derli toplu ve düzenli yapma fırsatı bulmuşlardır. Poster hazırlama ve bir drama etkinliği hazırlama sürecinde katılımcılar

sorumlu oldukları bilim felsefecisinin hayatını, fikirlerini, yaşam tarzını araştırmıştır. Böylelikle, normal dersler yoluyla tanıyamayacakları bilim felsefecilerini daha yakından tanıma fırsatı bulmuşlardır. Drama etkinliği sırasında deney grubunda yer alan her gruptan bir kişi sorumluluk almış ve o bilim felsefecisinin rolüne girmiştir. Bu durum katılımcının empati kurmasını sağlamış ve öğrenmenin duyuşsal yönünün de harekete geçmesinde tetikleyici rol almıştır. Comte ilgili okuma parçalarını okuyanlar, onun hakkında drama yapanlar ve ona ilişkin bir poster hazırlayanlar, bu sayede pozitivizmin doğuşunu, temel varsayımlarını ve kendinden sonra gelen bilim felsefesi alan yazınına ne gibi etkilerinin olduğunu görme fırsatı bulmuşlardır. Popper'la ilgili okuma parçalarını okuyanlar, onun hakkında drama yapanlar ve ona ilişkin bir poster hazırlayanlar, bu sayede bilimsel bilginin yalnızca doğrulamayla değil, aynı zamanda yanlışlama yoluyla da elde edilebileceğini görmüşlerdir. Kuhn'la ilgili çalışanlar bilimin yalnızca birikimsel değil, aynı zamanda devrimsel olarak ilerlediğini ve bilimsel bilginin sanılanın aksine salt bilgilerin birikiminden oluşan bir yapı olmadığını görmüşlerdir. Lakatos'la ilgili çalışanlar, bilimsel bilginin ele alınışında bilimsel araştırma programları denen ve kendi içinde karmaşık bir yapının etkili olduğunu görmüşlerdir. Feyerabend ile çalışanlar ise bilimsel bilginin üretiminde bir tek yolun olmasının şart olmadığını, bilimsel bilginin üretilmesinde yöntemsel çoğulculuğun esas olduğunu ve bilimin bu alandaki kayıtsız şartsız hakimiyetinin sorgulanması gerektiği gibi bireysel gerçekçilik düzeyinde ele alınabilecek görüşleri tanıma fırsatı bulmuşlardır.

Deney grubunda yer alan katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenindeki görüşlerini geliştirmelerine neden olabilecek bir başka değişken ise ders içinde kullanılan üst bilişsel etkinliklerdir. Zihin haritaları sayesinde katılımcılar bilime ilişkin görüşlerini organize etme, yeni bilgiler ışığında bu görüşlerini revize etme fırsatı bulmuşlardır. Benzer şekilde, etkinlikler sırasında kullandıkları KWL formları sayesinde ne bildiklerini sorgulama ve ders sonunda neyi öğrendikleri veya öğrenemediklerini analiz etme yoluyla üst bilişsel zihinsel etkinliklerini bir süreklilik içerisinde yürütmeleri sağlanmıştır.

Özetle, uygulamalar sonrasında kontrol ve deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerindeki değişimin deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Deney grubu lehine ortaya çıkan bu farkın üst bilişsel stratejilerin kullanımından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Özellikle deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının bu bileşene

ilişkin görüşlerini ifade ettikleri teori ve yasa gibi bilimsel bilgi türlerini daha iyi açıkladıkları görülmüştür. Uygulamalar sonrasında teorilerin yalnızca yeni veriler ışığında değil aynı zamanda var olan verilerin farklı bakış açılarıyla değerlendirilmesi yoluyla da geliştirilebileceği görüşünün yaygınlaştığı görülmüştür. Öğretmen adaylarının teorileri birer zihinsel model olarak düşünmeye başladıkları ve teorilerin yasalardan ayrı düşünülemeyeceğini savunmaya başladıkları görülmüştür. Öte yandan, uygulamalar öncesinde hiçbir öğretmen adayının değinmediği buluş bağlamının uygulamalar sonrasında birçok öğretmen adayı tarafından belirtildiği görülmüştür. Buluş bağlamının en çok yer çekimi yasası ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Buluş bağlamına ilişkin bu artışın bilim tarihi/felsefesine ilişkin örnek okuma parçaları ve igili tartışmalar uyarınca gelişmiş olabileceği söylenebilir. Ayrıca bilimsel bilgideki değişimin daha çok paradigmalar yoluyla gerçekleştiği ve yeni teorilerin önceki teorilerin üzerine inşa edildiği fikrinin daha çok öğretmen adayı tarafından savunulur hale geldiği dikkat çekmiştir. Tüm bu gelişimler bu bileşene ilişkin görüşlerin doğrudan yansıtıcı yaklaşım altında zengin konu içeriği yoluyla zenginleştirilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu bileşene ilişkin daha derin kavramsal anlamalar için üst bilişsel stratejilerin önemli bir role sahip olduğu söylenebilir. Bu nedenle bilimin doğası derslerinin üst bilişsel stratejiler yoluyla zenginleştirilmesi önerilmektedir.

4.1.2.2.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan beşinci soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların büyük çoğunluğunun uygulamalar öncesinde bu bileşende yetersiz görüşlere sahip oldukları görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından, uygulamalar öncesinde bilgili görüşe sahip olanların oranının %9.10 arttığı, yetersiz görüşe sahip olanların oranının ise %9.06 azaldığı görülmüştür. Bağdaştırıcı görüşün oranında herhangi bir değişiklik olmamıştır. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının, bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir.

Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe sahip olanların oranının %62.5 azaldığı, bu düşüşün sırasıyla %40.625 ve %21.875 oranında bağdaştırıcı ve bilgili görüşlere dönüştüğü görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda yer alan katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmaları olduğu düşünülmektedir. Bağdaştırıcı ve bilgili görüşteki değişim özelinde incelendiğinde, deney grubundaki katılımcıların kontrol grubundaki katılımcılara göre daha çok gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K3 ve K9 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Fark vardır. Teoriler genellemelerdir ve bu genellemeler kanıtlanmamıştır. Yasa ise kanıtlanmış hipotezlerdir. Teoriler yasalara dönüşmez. Örneğin Einstein'ın görelilik ilkesi kendi genellemelerine dayanmıştır. İspat edilememiştir ve teori olarak kalmıştır."*
>
> *"Fark vardır ikisi arasında. Bilimsel teoriler kabul görmüş önerilerdir, bilimsel yasalar ise kabul görmüş teorilerdir."*

Bilgili görüşe sahip olan K6, K13 ve K16 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Fark vardır. Yasalar genelleştirilmiş hipotezlerden oluşur yani teori ve yasa birbirine dönüşmediği için birbirlerinden farklıdır."*
>
> *"Bilimsel bir teori ile yasa arasındaki fark yasalar teoriler değildir. Genelleştirilmiş hipotezlerdir. Teoriler ortaya atılan güçlü iddialar veya varsayımlardır."*
>
> *"Evet farklıdır. İkisi de birbirinden farklı şeylerdir ama ayrı ayrı düşünülemez. Teorilerin değişebilir olması bir farklılıktır. Fakat yasalar da teoriler olmadan olmaz. Yasalar kolay kolay değişemeyen şeylerdir."*

Kontrol grubunda yer alan katılımcıların görüşleri incelendiğinde teorilerin öneriler ve genellemeler olduğuna ve bu genellemelerin henüz kanıtlanmadığına, yasaların kanıtlanmış hipotezler olduğuna, ispat edilemeyen teorilerin yasaya dönüşemeden teori olarak kaldığına değindikleri ve bu yetersiz görüşleri sürdürdükleri görülmektedir. Bilgili görüşe sahip olan katılımcılar ise yasaların genelleştirilmiş hipotezler olduğuna, teori ve yasaların birbirine dönüşmediğine, yasaların ve teorilerin birbiriyle ilişkili olduğuna ve yasaların daha zor değiştiğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan D24 ve D29 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"Teori bilim insanlarının çalışmalarına başlamadan önce gözlemlere dayanarak yaptıkları tahminlerdir. Yasa ise yapılan deneylerle aynı sonuçlara varılması ile kabul olmuş şeylerdir. Teori bir olguyu açıklamaya, yasa ise tanımlamaya çalışır."

"Yasa ile teoriler birbirinden farklıdır. Çünkü teori icat edilir. Yasa ise genelleştirilirmiş hipotezlerdir. Teoriler ise hipotezler üzerinde durur. Yasa herkes tarafından kabul görür. Teoriler ise gözlem ve deneylere dayanır."

Bilgili görüşe sahip olan D7 ve D11 kodlu katılımcıların görüşleri ise sırasıyla şu şekildedir:

"Bilimsel yasa ile bilimsel teori birbirinden farklı şeylerdir. Yani teori kanuna dönüşmez. Yani aralarında hiyerarşik bir yapı yoktur. Yasa olgular arasındaki bağlantıyı bir formül ile ifade eder. Ör. Newton kütle çekim yasası. Teoriler ise yasalardan daha kapsamlı olup, yasaları belki de temellendirir. Yani olay ve olgular arasındaki ilişkileri daha kapsamlı bir şekilde ele alıp bu bağıntıları temellendirir."

"Teoriler zamanla kanıtlandıkça yasalara dönüşür diye yanlış bir görüş vardır. Yasa kendiliğinden doğada işler. Teoriler yasaları açıklamak için kullanılan hipotezlerdir. Zamanla teoriler yasalara dönüşmez. Yasalar keşfedilir. Teorilerle desteklenmeye çalışılır. Örneğin kütle çekim yasası doğada kendiliğinden oluşmuştur. Newton bu yasayı keşfederek ortaya teoriler attı. Bu teorilerle yasayı açıklamaya çalıştı. Yani teorilerle yasalar birbirinden farklıdır."

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan katılımcıların görüşleri incelendiğinde teorilerin gözlem ve deneylerle elde edilen kanıtlara dayandığına, teorilerin kişisel fikirler gibi araştırmaya yön verdiğine, teorilerin açıklamaya yasaların ise betimlemeye çalıştığına ve teorilerin icat edildiğine değindikleri görülmüştür. Bilgili görüşe sahip olan katılımcıların ise teoriler ve yasaların farklı türde bilgiler olduğuna, teorilerin yasalara dönüşmeyeceğine, yasaların olgular arasındaki ilişkileri tespit etmeye çalıştığına değindikleri görülmüştür.

İlgili alan yazın incelendiğinde bu araştırma sonucunda elde edilen bulguların tamamına daha önceki çalışmalarda da rastlandığı görülmüştür. Bu çalışmalardan birinde Khishfe ve Lederman (2006) teorilerin değişebilir olduğu görüşünü doğrudan yansıtıcı öğretim sonrasında %0'dan %42'ye yükseltmiştir. Abd-El-Khalick (2005) teorilerin günlük dil nedeniyle yanlış kavramsallaştırıldığı çıkarımını yapmıştır. Bu görüş mevcut araştırmadan elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Yalçınoğlu ve Anagün (2012) bu bileşenin doğrudan yansıtıcı yaklaşımla (sadece jenerik etkinliklerle) en az gelişen bileşen olduğu sonucuna ulaşmıştır. Wahbeh (2009) ise uygulama sonrasında bu

bileşendeki bilgili görüşlerin %32'de kaldığını belirtmiştir. Bu nedenle bu bileşendeki artışların az olması yalnızca jenerik etkinliklerle gerçekleştirilen doğrudan yansıtıcı uygulamalara bağlanabilir. Bell vd. (2011) ve Mulvey ve Bell (2017) bilgili görüşlerde benzer oranda artışa ulaşmıştır. Bu çalışmaların ilkinde öğretmen adaylarının bu bileşende iklim değişikliği konu bağlamında doğrudan yansıtıcı öğretimle bilgili görüşlerinde %80 artış sağlanmıştır. Diğer çalışmada ise aynı artış oranı üst düzeyde bağlam temelli öğretim sonrasında elde edilmiştir. Öte yandan, Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin yasaların doğal dünyaya ilişkin genellemeler olduğunu, teorilerin de bunlara ilişkin açıklamalar olduğunu bilmenin bilim insanları için önemli olduğunu belirttiklerini tespit etmiştir. Mevcut araştırma sonuçlarının özellikle Khishfe ve Lederman (2006) ve Mulvey ve Bell (2017) ile benzerlik gösterdiği sonucuna ulaşılabilir.

Uygulama süreci sonunda teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşeninde görülen artışların nelerden kaynaklanabileceği, üzerinde mutlaka durulması gereken ve bundan sonraki çalışmalara ışık tutması bakımından önem arz eden bir konudur. Önceki bileşenlerde olduğu gibi bu bileşendeki artışların jenerik etkinliklerle birlikte verilen güncel bilimsel okuma parçaları sebebiyle gerçekleştiği düşünülebilir. Özellikle kütle çekim dalgaları ile ilgili olan okuma parçasında teorilerin işlevlerine ilişkin katılımcıların bu bileşen üzerine yansıtmalar yapabilecekleri bilgiler yer almıştır.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmi olabilir. Film boyunca ağırlıklı olarak modern fiziğe nasıl gelindiği ve bu gelişimin arkasındaki baş aktörlerin süreç içerisinde nasıl zorluklar yaşadıkları anlatılmaktadır. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen teorilerin gelişim süreçlerini Newton Mekaniğinden Einstein Göreliğine geçiş üzerinden kavramaları ve buna ilişkin yansıtmalar yapmalarıdır. Bu filmin izlenmesi sonrasında katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olmasını fark ettikleri ve bu etkinliğe ilişkin bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda verilen yanıtların bu filme ilişkin birçok veriyi barındırması bu durumu doğrular niteliktedir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise bilim felsefesi bağlamı olabilir. Ders dışı bilim felsefesi oturumları sırasında katılımcıların bilim üzerine düşünebilecekleri ve bilim felsefesinin temel bakış açılarının farkına varacakları tartışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla bilim tarihi/felsefesi

alanından seçilmiş okuma parçalarından faydalanılmıştır. Bilim tarihi/felsefesi kapsamında ele alınan etkinlikler incelendiğinde Boyle Yasası kapsamında yapılan tartışmaların doğrulamacılık ve yanlışlamacılık ölçütleri üzerinden teori ve yasaların iç yapısına ilişkin katılımcıların derinlemesine bilgilerle yüzleştirildiği görülmektedir. İleri düzeyde yanlışlamacılık tartışmaları da sadece doğrulamacılık bağlamında düşünene ve teorilerin doğrulanamamış olmasını gerekçe gösteren katılımcıların çağdaş paradigmaya uymayan görüşleriyle karşı karşıya kalmaları sağlanmıştır. Bu oturumlar sırasında gerçekleştirilen tartışmalar sayesinde katılımcıların teori ve yasaların farklı türde bilgiler olduğunu daha derinden anladıkları söylenebilir.

Deney grubunda yer alan katılımcılar dramatizasyon etkinliklerine ve poster hazırlama etkinliğine katılmışlardır. Bu iki etkinliğin amacı deney grubunda yer alan katılımcıların üst bilişsel yönü ağır basan etkinliklere katılmasının sağlanması ve böylelikle bilimin doğası anlayışlarının daha derinden geliştirilmesidir. Benzer şekilde, deney grubunda son testlerde görülen büyük artışın, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, bu üst bilişsel yönü ağır basan etkinliklerin ele alındığı bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen performansa dayalı etkinlikler olduğu sonucuna varılabilir. Poster hazırlama ve drama etkinliği hazırlama sürecinde katılımcılar sorumlu oldukları bilim felsefecisinin hayatını, fikirlerini, yaşam tarzını araştırmıştır. Böylelikle normal dersler yoluyla tanıyamayacakları bilim felsefecilerini daha yakından tanıma fırsatı bulmuşlardır. Deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşendeki görüşlerini geliştirmelerine neden olabilecek bir başka değişken ise ders içinde kullanılan üst bilişsel etkinliklerdir.

Özetle, uygulamalar sonrasında kontrol ve deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerindeki değişimin bir önceki bileşende olduğu gibi deney grubu lehine olduğu görülmüştür. Deney grubu lehine ortaya çıkan bu farkın benzer şekilde üst bilişsel stratejilerin kullanımından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Özellikle deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının bu bileşene ilişkin görüşlerini geliştirdikleri görülmüştür. Bu değişime yetersiz görüşlerdeki %62.5 oranındaki düşüş kanıt oluşturmuştur. Uygulamalar sonrasında öğretmen adaylarının teorilerin yasalara dönüşemeyeceğine çünkü bunların farklı türde bilgiler olduğuna ve aralarında herhangi bir hiyerarşik yapının olmadığına sıkça değindikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının teorilerin esasında yasalara ilişkin açıklamalar olduğunu, yeteri kadar kanıta sahip olan güçlü iddiaları barındırdığını; yasaların ise olgular arasındaki ilişkiyi formüller yoluyla gösterdiğini

kavradıkları söylenebilir. En dikkat çekici bulgulardan biri ise yasaların genelleştirilmiş hipotezler olarak ifade edilmesidir. Bu ifadenin bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen bilim felsefesi tartışmaları sırasında kazanıldığı düşünülmektedir. Bu durum öğretmen adaylarının gerçek genellemeler ve sözde genellemeler arasındaki farkın ayrımına varmaya başladıklarına ve gerçek genellemelerin de hipotez ve yasalardan oluştuğunu anladıklarına işaret ettiği söylenebilir. Bu sonuç bilim felsefesi tartışmalarının hipotez, teori ve yasa gibi bilimsel bilgi türlerinin daha derin bir şekilde anlaşılması konusunda etkili olduğu görüşüne öncülük etmektedir. Bu nedenle bilimin doğası derslerinin bilim tarihi/felsefesi alanına yönelik örneklerle desteklenmesi gerektiği söylenebilir. Bu örneklerin bağlam temelli ve üst bilişe dayalı uygulamalarla birlikte verilmesinin bilgili kategorisine ait olan bilimin doğası anlayışlarının gelişimine katkıda bulunacağı düşünülebilir.

4.1.2.2.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan sekizinci soruya verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz ön testlerde olduğu gibi dörtlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen; dinozorların soyunun tükenmesine ilişkin varılan sonuçların aynı anda geçerli olabileceğini, bu durumda mutlaka bir tek cevabın doğru olması gibi bir mecburiyetin olmadığını, aynı veriler üzerinden farklı sonuçlara ulaşılabildiğini, farklı bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşabileceklerini çünkü ulaşılan bu sonuçların bilim insanlarının aldıkları eğitime, etkilendikleri paradigmalara, teorilerini destekleyen kanıtlara önem verirken onları desteklemeyenleri görmezden gelebileceklerini anlamalarıdır. Bu soruya verilen yanıtlar; teori kökenli olma, çıkarımlara dayalı olma, yaratıcılık ve hayal gücü, sosyal ve kültürel etki ile bilimsel bilginin değişebilir olması gibi bileşenlerle de ilişkilidir (Lederman vd. 2002, Wahbeh 2009, Wahbeh ve Abd-El-Khalick 2014).

Bulgular incelendiğinde hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşene ilişkin olarak belirli oranlarda gelişim gösterdiği anlaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından yetersiz görüşe sahip olanların oranının %15.15 azaldığı, bilgili görüşe sahip olanların oranının ise %12.15 arttığı görülmüştür.

Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olanların oranı sırasıyla %31.25 ve %18.75 olmak üzere toplamda %50 gibi bir azalma göstermiştir. Bu yüksek orandaki azalışın %18.75'lik kısmı bilgili kategorisindeki görüşlere dönüşmüştür. Kontrol ve deney grupları karşılaştırıldığında, deney grubundaki katılımcıların yetersiz görüşlerini daha yüksek oranda değiştirdikleri görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmalarının olduğu düşünülmektedir.

Bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan K5, K15, K17 ve K31 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimsel bilgi oluşurken ortaya atılan bilgi farklı kişiler tarafından ortaya atıldığı için farklı şekilde yorumlanabilir. Aynı veriler kullanılmasına rağmen farklı sonuçların çıkması gözlem ve çıkarımların birbirinden farklı olduğunu hayal gücünün ve yaratıcılığının farklı olması yaşanılan yerin toplum yapısı yaşantı tarzı ve dinleri bir etkendir.*"
>
> "*Bilimsel bilgide gözlem ve çıkarımlar birbirinden farklıdır. Yani aynı konuya ilişkin her biri farklı düşünebilir. Hatta bu soruyu cevaplarken bile hepimizin çıkarımları farklı olabilir. Ya da bana göre sütun rengi siyahtır. Arkadaşıma göre beyazdır. Aynı sonuca ulaşmamız için ancak birimizin diğerinin görüşünü çürütmesi lazım.*"
>
> "*Burada bilimin öznel olduğunu ve gözlemlerle çıkarımların birbirinden farklı olduğunu görüyoruz. Bilim herkes için aynı değildir. Herkes bilimsel bir bilgide aynı şeyi almak zorunda değildir. Evet gerçekleşen olaylar aynı olabilir ama bakış açısına baktığımızda hepsininki farklı olabilir. Doğal olarak çıkarımları da farklıdır. Böylelikle fikir üretme ve araştırma için bize yardımcı olur.*"
>
> "*Çıkarımlar insanların yaptığı yorumlardır. Her insan gözlemlediği olayları, incelediği olayları kendi düşüncelerine göre yorumlar. Burada farklı fikirler çıkmasının nedeni herkesin farklı düşünüyor olmasıdır. Bakış açısı insanları farklı kılar.*"

Bağdaştırıcı görüşlere sahip olan K9, K13, K26 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Eğer ki her iki grupta da aynı verilerden yararlanılıyorsa böyle farklı düşüncelerinin sebebi yaşadıkları ortam olabilir veya diğerlerinden farklı*

olarak ek bilgilere sahip olmaları olabilir. Ya da birbirinden farklı çalışma sonuçlarına sahip olabilirler."

"*Farklı bakış açılarından bakarak aynı konu üzerinde çalışmalar yapan iki grubun varsayımları ve iddiaları sonucu ya da yaptıkları çalışmaların bilimsel bilginin sonunda bir çıkarımda bulunmalı. Dinozorlar ile ilgili o dönemin üzerinden kaç yılın geçmiş olması ve böyle bir çıkarımda veya açıklamada bulunmaları yaşadıkları sosyal kültürel ortama, yaratıcılığa ve hayal gücüne bağlıdır.*"

"*Çünkü bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıkları bireye özeldir. Bu öznellikle gözlem ve çıkarımlar da birbirinden farklıdır fakat her iki gruptaki bilim insanları birbirinden etkilenmiştir.*"

Bilgili görüşlere sahip olan K2, K6 ve K11 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Çünkü en başta çıkarımlarını görebiliyorlar ve ona göre davranıyorlar yani bu durum her insanın kendi gerçeklerinin peşinde olduğunun bir göstergesidir. Aynı gözlemi yapan kişinin farklı çıkarımlar ortaya koyması çevre yani yaşadığı çevre ve aldığı eğitim ve en önemlisi de zihninde oluşturduğu şemalardan etkilenir. Yani bilim adamları etrafı ile yani çevresi ile ilişki içindedir. Buna bağlı olarak çıkarımlar da farklı olur.*"

"*Çalışma ortamları, buldukları kaynaklar, sosyal yaşantıları, elde ettikleri bilimsel bilgiler hayal etme kapasitelerinin farklı olması ve buluşların birbirinden farklı ve yararlandıkları kaynakların birbirinden farklı olması nedeniyle olabilir.*"

"*Bunu bir deney olarak düşünürsek iki gruba aynı malzemeleri verdiğimizi düşünelim. Herkesin yaratıcılığı ve hayal gücü farklıdır. Eldeki verileri (malzemeleri) farklı yöntemler kullanarak farklı sonuçlar elde edilebilir. Farklı çıkarımlara ulaşılmasında da bunun gibidir. Hayal gücü ve yaratıcılık her zihinde farklıdır, düşünceler özneldir ve bu yüzden çıkarımlar birbirinden farklı olabilir.*"

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan katılımcıların; aynı verilerin farklı kişiler tarafından farklı şekillerde yorumlanabileceğine, toplumsal yapının bu yorumları etkilediğine, bu bileşenin gözlem ve çıkarımlarla ilişkili olduğuna değindikleri görülmüştür. Bağdaştırıcı görüşe sahip olan katılımcıların; toplumsal yapının etkili olabileceğine ve hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olabileceğine değindikleri görülmüştür. Bununla birlikte katılımcıların gözlem ve çıkarım ayrımını yapamamalarının bu bileşene ilişkin görüşlerini etkilediği görülmüştür. Bu bulguya Çil (2010) tarafından yapılan çalışma da rastlanmıştır. Bilgili görüşe sahip olan katılımcıların ise çevrenin yapılan yorumları etkileyebileceğine, bilim insanının aldığı

eğitimin, çalıştıkları ortamın ve ilgisinin de yorumlarını etkileyebileceğine ve düşüncelerin kendiliğinden teori kökenli olduğuna değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan D11, D16 ve D30 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimde gözlem ve çıkarımlar birbirinden farklıdır. Her insanın yaratıcılığı birbirinden farklı olabilir. Bilimsel bilgi özneldir. Kişi kendi görüşünü savunur. Bu da farklı çıkarımlar oluşmasına neden olmaktadır.*"
>
> "*Her bilim insanının yorumlama şekli, olaya bakışı ve yaklaşımları farklı olduğu için aynı verilerle farklı sonuçlar da elde edilebilir.*"
>
> "*Bence ilki savunan bilim insanları meteor çarpışmasından sonra bir dizi olay gerçekleşmiş, ikinci hipotezin ise büyük bir patlamadan sonra dinozorlar yok olmuş fikrini savunduğu için farklı çıkmış sonuçları.*"

Bağdaştırıcı görüşlere sahip olan D5, D11, D17, D21, D27 ve D29 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Çünkü bilimsel bilgi çıkarım ve gözlemlere dayanır. Ayrıca bilimi etkileyen birçok sebep vardır. Ekonomik, siyasi, sosyal birçok faktör bilimsel bilginin farklı şekilde yorumlanmasına sebep olabilir.*"
>
> "*Bilimde gözlem ve çıkarımlar birbirinden farklıdır. Her insanın yaratıcılığı birbirinden farklı olabilir. Bilimsel bilgi özneldir. Kişi kendi görüşünü savunur. Bu da farklı çıkarımlar oluşmasına neden olmaktadır.*"
>
> "*Bilim öznel düşüncelere ve zihindeki teorilere bağlıdır. Farklı sonuçlara ulaşılmasının nedeni kendi öznel düşüncelerine bağlı olmalarıdır. Öznel düşüncelerini tüm gözlem ve deney sürecine yansıtmaktadırlar.*"
>
> "*Bu tamamen bilim insanlarının müthiş hayal gücü ile ilgili bir durumdur. Çünkü o dönemde kimse yaşamıyordu. Sadece araştırmalara dayalı ortaya çıkan bir durum. Farklı bulgulara da kapı açılabilir bu araştırmalarla.*"
>
> "*Çünkü bilim öznel dir ve hayal gücü ve yaratıcılığa bağlıdır. Bu yüzden bir olaydan birçok sonuç çıkabilir. Bu da gözlem ve çıkarımların birbirinden farklı olduğunu gösteriyor.*"
>
> *"Her bilim insanının gözlem ve çıkarımları farklıdır. Bilim insanlarının kendilerine özgü düşünceleri olduğundan yaptıkları araştırma ve gözlemler diğer bilim adamından farklıdır. Herkes aynı gözlem ve çıkarımı elde edecek diye bir şey yoktur."*

Bilgili görüşlere sahip olan D14, D15, D22 ve D31 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim insanlarının gözlemleri, ruh hali ve en önemlisi zihinlerindeki teoriler aynı olmadığı için bu şekilde sonuçlar farklı çıkabiliyor. Her iki görüşün de yanlış olduğu savunulamaz. Ancak bilimsel bilginin aşamalarının olduğu da unutulmamalıdır. Bu aşamalar bilim insanlarının*

yaşadığı ortamlardan ve sosyokültürel kurumlardan etkilenerek oluşturulmuş olabilir."

"*Çünkü bilim insanlarının hayal güçleri, yaşantıları, olaylara bakış açıları ve deneyimleri öne sürdükleri fikirlerde açıkça kendini göstermektedir.*"

"*Her bilim insanının görüşleri birbirinden farklı olabilir. Yaşadıkları ortamdan etkilenebilirler. Kişisel farklılıkları yüzünden görüşleri de farklılaşabilir.*"

"*Yani demek oluyor ki bunların kullandıkları yöntemler farklı, yaşadıkları etkilendikleri toplumlar farklı. Duydukları, yaşadıkları, hayal güçleri farklı ondan farklı sonuçlara ulaşmış olabilirler ya da kurmuş oldukları deneysel düzeneklerde benzer sonuçlar verebilecek durumlar ortadan kaldırılmıştır. Şöyle olursa nasıl olur diye farklı sonuçlar elde edilmiştir.*"

Deney grubunda olan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan katılımcıların; yorumlamaların kişisel fikirlerden yola çıkılarak oluşturulduğuna, aynı verilerle farklı yorumlamalara ulaşmada kişisel farklılıkları, toplumsal etkiyi ve öznelliği olumsuz anlamda kullandıklarına ulaşılmıştır. Bağdaştırıcı görüşte ise öznelliğin tüm araştırma sürecine yayılmış olduğuna, kimsenin yaşamadığı zamandaki bir olayın yorumlanmasında hayal gücü ve yaratıcılığın önemli bir yerinin olduğuna ve bir tek nihai sonuca ulaşmak yerine aynı anda birden çok görüşün geçerli olabileceğine değindikleri görülmüştür.

İlgili alan yazın incelendiğinde mevcut araştırmadan elde edilen bulgulara ulaşan birçok çalışmanın olduğu görülmüştür. Bu araştırma sonucunda bu bileşende yaygın şekilde görülen yetersiz görüşlerin varlığını sürdürdüğü sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla bu sonucu destekleyen çalışmalara değinmenin faydalı olacağı düşünülmektedir. Abd-El-Khalick (2005) tıpkı teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşeninde olduğu gibi teori kökenli olma bileşenine ilişkin görüşlerin en az gelişme görülen bileşenlerden biri olduğuna değindiği görülmektedir. Bu görüşü destekleyen çalışmalar da mevcuttur. Akerson vd. (2000) da diğer bileşenler arasında teori kökenli olma bileşeninin en az gelişim görülen bileşen olduğunu tespit etmiştir. Dahası, Liu ve Tsai (2009) esas alanı fen olmayan üniversite öğrencilerinin fen bilimleri öğrencilerine göre bu bileşende daha iyi olduklarını tespit etmiştir. Örneğin, Şeker ve Welch (2006) tarihsel yöntemle bu bileşende fark yaratamamıştır. Bilim tarihinin doğrudan veya dolaylı uygulaması bilimin doğasına ilişkin görüşler yönünden farka neden olmamıştır. Geleneksel yöntemle devam edilen grubun evrensel bilimsel yöntem

algısı daha da artmıştır. Bilim insanlarının kişisel hayatlarının tartışılması katılımcıların uygulamalara olan ilgilerini artırırken, geçmiş fikirlerinin tartışılması ilgilerini azaltmıştır. Bu bulguların yanında olumlu olan bulgulara da değinilmelidir. Yacoubian ve BouJaoude (2010) yansıtıcı tartışmalar yoluyla bu bileşende gelişim tespit etmiştir. Yalçınoğlu ve Anagün (2012) bu bileşenin sadece jenerik etkinliklerin kullanıldığı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla bile geliştiğini görmüştür. Howe ve Rudge (2005) bilim tarihi bağlamını orak hücreli anemi konusunda işlemiş ve bu bileşende gelişme tespit etmiştir. Khishfe (2015) lise öğrencilerinin yarıdan fazlasının bu bileşende gelişim gösterdiklerini tespit etmiştir. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı kalıcılık çalışmasında bu bileşende bilgili görüşlerde %56 artış sağlamıştır. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %60 oranında artış sağlamıştır. Benzer şekilde Bell vd. (2011) öğretmen adaylarının konu bağlamlı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla %60'lık bir artış tespit etmiştir. Dolaylı yaklaşım grubunda ise değişiklik olmadığını belirtmiştir. En yüksek artışı ise Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) elde etmiştir. Araştırmacılar uygulamalar sonrasında deney grubundaki %5'lik kesimin halen yetersiz görüşe sahip olduklarını, kontrol grubundaki katılımcıların ise hepsinin yeterli görüşe geçtiklerini rapor etmiştir. Mevcut araştırma sonucunda daha önce de değinildiği üzere bilgili görüşler bakımından kontrol grubunda %12.15, deney grubunda ise %18.75 oranında bir artış yaşanmıştır. Mevcut araştırma bulguları ışığında katılımcıların bilgili görüşlerindeki artışların %20 düzeyine yakın olduğu ve bu bakımdan ilgili alan yazında yer alan çalışmalara nazaran daha düşük kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmadan elde edilen bu bulgular kontrol grubunda ve deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalara yön veren bağlam temelli doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, diğer bileşenlerin yanı sıra, bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenindeki görüşlerin geliştirilmesi üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bilgili kategorisindeki görüşlerin artışı dikkati çekmektedir. Bununla birlikte, yetersiz görüşlerin varlığını sürdürmesi, katılımcıların aynı veya benzer verilere sahip olan bilim insanlarının birbirinden farklı sonuçlara ulaşabilecekleri, aynı deneyler sonucunda farklı verilere ulaşılabileceği, incelenen olgular hakkındaki yorumlamaların bir tek doğruya hizmet etmediği sürece hatalı olduğu ve dolayısıyla öznellik karışan yorumlamaların bilimsel bilgiyi bilimsel olmaktan çıkardığı gibi görüşlere sahip olmaya devam ettiklerine işaret etmektedir. Öte yandan, bu bileşene ilişkin görüşler incelenirken, bu bileşenin bilimsel bilginin kanıta ve

çıkarımlara dayalı olması bileşenleriyle ilişkilendirildiği ve bu durumun bazen karışıklığa ve çelişkili yanıtlara neden olduğu görülmüştür. Benzer bir durumla Çil (2010) de karşılaşmıştır. Araştırmacı, görüşme verilerinin analizi sırasında elde ettiği görüşler üzerinden, kanıta dayalı olma ve çıkarımlara dayalı olma bileşenlerindeki zayıflığın teori kökenli olma bileşenini de olumsuz etkileyebileceği çıkarımında bulunmuştur. Bulgular yönünden benzerlik taşıyan bir başka durum ise bu bileşene ilişkin görüşlerin hayal gücü ve yaratıcılıkla ilişkilendirilmesidir. Katılımcıların, hayal gücünü kullanan bilim insanlarının alternatif görüşler öne sürdüklerini belirtmektedirler. Ancak, çoğu katılımcı bunu dolaylı bir şekilde olumsuz bir durum olarak algılama eğiliminde olmuşlardır. Bazı katılımcıların teori kökenli olma bileşeninde hayal gücü ve yaratıcılık bileşeninden olumlu anlamda etkilendikleri de gözlenmiştir (Çil 2010).

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan biri, jenerik etkinliklerin yanı sıra, her hafta jenerik etkinliklerin devamında kullanılan güncel okuma parçaları ve bu okuma parçalarına ilişkin yansıtmalar olabilir. Uygulamalar sırasında kullanılan güncel okuma parçaları sırasında katılımcılardan o okuma parçasında verilen bilgiler ışığında, bilimsel bilginin teori kökenli olmasına ilişkin ipuçlarını not etmeleri ve bunu sınıf içinde tartışmaları istenmiştir. Kuzgunlar ile ilgili olan okuma parçasının son paragrafında bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bir görüş mevcuttur. Parçada kuzgunlarla ilgili elde edilen bu yeni bulgunun öncesinde, benzer sonuçlara şempanzelerle yapılan daha önceki çalışmalarda da rastlandığı, ancak şempanzelerle ilgili araştırmayı yapan araştırmacıların bunun nedenini soyut düşünme becerisi yerine baş veya göz hareketlerinin incelenmesi sonucu tespit edilen "ipucu içeren bakışlar"a atfettikleri bilgisi verilmektedir. Katılımcılardan beklenen, bu bilgiyi tespit etmeleri ve bu sayede eldeki verilerin farklı araştırmacılar tarafından farklı şekilde yorumlanabileceğini ve bu hususta araştırmacıların aldıkları eğitime, etkilendikleri paradigmalara ve bağlı bulundukları teorik çerçevelere riayet ederek yorumlamalar yaptıklarını anlamalarıdır. Dolayısıyla, bu okuma parçasının hem kontrol hem de deney grubundaki katılımcıların bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin görüşlerinin gelişimine katkı sağladığı düşünülebilir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri süreç kontrol etkinliği olarak gerçekleştirilen "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmi olabilir. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen şey bilimsel bilginin teori

kökenli olmasına ilişkin durumları tespit etmeleridir. Faraday benzer sonuçlar var olmasına karşın, ısrarla eldeki veriler üzerinden yola çıkarak elektromanyetik etkiyi göstermeye çalışmıştır. Filmde ona yardımcı olan diğer araştırmacıların benzer veri ve kanıtları pek önemsemedikleri ve ait oldukları bilim çevresinin hakim paradigmalarını sorgulanamaz olarak kabul etmişler ve bu nedenle Faraday'ın çabalarını önemsiz gibi gösterme eğiliminde olmuşlardır. Hatta hocası Faraday'ın elde ettiği kanıtların fizik alanında ne gibi bir çığır açabileceğini fark etmiş ancak bunu kişisel kaygılar gereği saklama ihtiyacı duymuştur. Benzer durumlar, atomun parçalanması sürecinde ve genel görelilik teorisinin ortaya atılması süreçlerinde de yaşanmıştır. Katılımcılardan beklenen şey, bu durumları tespit etmeleri ve bununla ilgili yansıtmalarda bulunmalarıdır.

Benzer etkilerin sosyobilimsel konular sayesinde elde edildiği de söylenebilir. Argümana dayalı tartışmalar sırasında hem kontrol hem de deney grubundaki katılımcılar bahsi geçen iki konu hakkında yaptıkları araştırmalar sonucunda tespit ettikleri bulguları sınıf tartışmalarına taşımışlardır. Birçok katılımcı tartışmalar sırasında savundukları görüşlerin kendi bakış açılarını yansıttıklarını ve genellikle bu tartışmalar sırasında her bir katılımcının kendine zıt görüşteki katılımcıları kendi tarafına çekmek için kanıta dayalı olmayan iddiaları da savunmaya başladıkları fark edilmiştir. Bu duruma, tartışmalar sonrasında katılımcıların birçoğunun değindiği tespit edilmiştir.

Katılımcıların bu bileşendeki bilgili görüşlerinin artmasını sağlayan araçlardan bir diğeri ise öğretimin bağlam temelini oluşturan bilim felsefesi olabilir. Ders dışı bilim felsefesi oturumları sırasında katılımcıların bilim üzerine düşünebilecekleri ve bilim felsefesinin temel bakış açılarının farkına varacakları tartışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli okuma parçalarından faydalanılmıştır. Bu okuma parçaları üzerinden yapılan rehber kontrolündeki tartışmalar yoluyla katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine ilişkin anlayışlarının daha da derinleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu oturumlar sırasında gerçekleştirilen tartışmaların katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir olmasını daha derinden anlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Benzer şekilde, deney grubunda son testlerde görülen büyük artışın, kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, bu üst bilişsel yönü ağır basan etkinliklerin ele alındığı bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen performansa dayalı etkinlikler olduğu sonucuna varılabilir. Ders içi etkinliklerde ise N ışınları tartışmasında yer alan bilim insanlarının önyargılı ve yanlış

bilgilerle araştırmalarına başlayabileceği vurgusunun bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerin artmasında etkili olduğu söylenebilir.

Özetle, ilgili alan yazında yer alan bulgularla birlikte bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre teori kökenli olma bileşeninin öğretmen adayları tarafından çıkarımlara dayalı olma bileşeni ile ilişkilendirildiği görülmüştür. Bu noktada öğretmen adaylarının teorileri ve çıkarımları kişisel bilgiler gibi algılamalarının etkili olmuş olabileceği düşünülebilir. Çıkarımların farklılaşması yönünden ise en çok çevre etkisinden bahsedildiği görülmüştür. Öğretmen adayları sıklıkla çevrenin bilim insanları üzerindeki etkilerinden bahsetmişlerdir ve bilim insanlarının görüşlerinin de bu bağlamda şekillendiğine değinmişlerdir. Bu bileşenin aynı zamanda hayal gücü ve yaratıcılık bileşeni ile de yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Türün tanımı ve dinozorlarla ilgili tartışmalar sırasında hayal gücü ve yaratıcılığın önemli olduğuna ilişkin görüşlere değinildiği görülmüştür. Tüm bu bulgular dikkate alındığında, bu bileşene ilişkin öğretimin ilişkili olduğu bileşenlerle etkileşimli bir şekilde yürütülmesi gerektiği fikrinin ön plana çıktığı söylenebilir. Bu bileşenlerin ilişkilendirilmesi için bağlam temelli uygulamaların etkili olabileceği söylenebilir.

4.1.2.2.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan son soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz üçlü kategorilendirme ile gerçekleştirilmiştir. Bu kategorilerden yetersiz görüş (0), bağdaştırıcı görüş (1.5) ve bilgili görüş (3) olarak kodlanmıştır. Bu kategoride katılımcılardan beklenen bilimsel bilginin üretiminde hayal gücü ve yaratıcılığın rol oynadığını, görmenin kendi başına bilmek anlamına gelmediğini, hayal gücünün ve yaratıcılığın problem çözümünde ve iyi tasarımlar oluşturmadaki rolünün yanı sıra teori ve ilgili açıklamaların keşfedilmesinde de etkili olduğunu ve araştırmacıların hayal gücü ve yaratıcılığa araştırma boyunca ihtiyaç duyduklarını bilmeleridir.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşene ilişkin olarak belirli oranlarda gelişim gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından uygulamalar öncesinde

yetersiz görüşe sahip olanların oranının %12.12 azaldığı, bağdaştırıcı ve bilgili görüşe sahip olanların oranının ise sırasıyla %3.03 ve %9.08 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe ve bağdaştırıcı görüşe sahip olanların oranının sırasıyla %9.375 ve %28.125 azaldığı, bilgili görüşe sahip olanların %37.5 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmaları olduğu düşünülmektedir. Bilgili görüşteki değişim özelinde incelendiğinde, deney grubundaki katılımcıların kontrol grubundaki katılımcılara göre daha çok gelişim gösterdikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan K1, K10, K15, K26 ve K27 kodlu katılımcılar bu bileşene ilişkin görüşlerini sırasıyla şu şekilde ifade etmiştir:

> "*Bilim insanları sorulara cevap bulmaya çalışırken deneylerinde yaratıcılık ve hayal gücünü kullanmışlarıdır. Bilim insanları bir keşif yapmadan önce hayal eder. Yaratıcılıklarını kullanırlar. Einstein özel görelilik teorisinde hayal gücünü kullanmıştır. Bir seferinde dalgayı izleyen kadına bakarak dalganın hareket etmediğini söylüyor. Aynaya baktığında yüzüne vuran ışığın aynaya yansıması yüzünden kendini o şekilde aynada görüyor. "Eğer ışık hızında olsaydım kendimi aynada görebilir miydim?" diye soruyor ve görünmez olacağını düşünüyor. Hayal gücü kesinlikle bilim insanlarının çıkarımlarında yer alıyor.*"

> "*Bilim insanları çalışmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar. Örneğin bilim insanları diyelim atomun yuvarlak olduğunu düşünüyorsa bu yaratıcılıklarını kullandıklarını gösterir. Örneğin çalışmalarını yaparken diyelim elimde bir ayna var ve benim görüntümü yansıtıyor ve ben aynada kendimi görüyorum derken de hayal gücünü kullanıyorlar.*"

> "*Lederman Yedilisinde bilimsel bilgi yaratıcılığa ve hayal gücüne bağlı evet tabi ki de yaratıcılık ve hayal gücünü kullanmaktadır. Böylelikle düşünme sınırlılığı ortadan kaldırılıyor. Planlama ve düzenleme aşamasında çünkü veri toplama aşamasından artık veriler deneylerle ispatlanmaya çalışıyorlar.*"

> "*Evet kullanmaktadırlar. Bence planlama ve düzenleme yani ilk aşamasında hayal güçlerini kullanmaktadırlar. Çünkü hayal güçleri olmadan hayal güçlerini kullanamazlar. Çünkü hayal güçleri olmadan o fikri ortaya atamazlar. Diğer aşamalarda da kullanabilirler tabi ki de ama ilk aşamada daha çok kullanılacağını düşünüyorum. Mesela bir bilimin*

ortaya atılması için ilk önce bir hayal gücüne bağlı olarak bir fikir ortaya atılması lazımdır."

"*Cevabım evet. Lederman Yedilisinde de 4. maddedir. Yaratıcılık ve hayal gücü bilim insanının en önemli özelliğidir. Evrenle ilgili bir şeyleri hayal edip yaratıcılık kullanılmadan bilimsel bilginin oluşması mümkün değildir. Einstein denizde bir gemiyi izlerken bile ışıkla karşılaştırıp hayal kuruyor. Işık dalgasının üzerinde yürüdüğünü düşünüyor. Bu hayalleri sonradan evrene enerji formülünü kazandırıyor.*"

Bilgili görüşe sahip olan K3, K7, K31 ve K33 kodlu katılımcılar bu bileşene ilişkin görüşlerini sırasıyla şu şekilde ifade etmiştir:

"*Hayal gücü ve yaratıcılık problemin ilk olarak hissedilmesiyle başlayıp bilim insanının bütün hayatı boyunca devam etmektedir. Einstein'ın çalıştığı yerden geçen treni izlemesiyle bu düzenin nasıl oluştuğunu merak etmesinden başlayarak enerjinin dönüşümünü ispat edene kadar hayal gücü ve yaratıcılığı her basamakta vardır.*"

"*Lederman 7'lisinde bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olduğunu görürüz. Yaratıcılık artarsa düşünmenin sınırları da artmış olur. Örneğin atomun etrafında elektronların döndüğünü, güneş sistemine benzetmişlerdir. Üzümlü kek modeli denilmiştir. Bunlar hepsi yaratıcılık ve hayal gücüyle ilgilidir. Yaratıcılıklarını bilginin kalıcı olması için kullanabiliriz. Yaratıcılık ve hayal gücü her aşamada kullanılabilir. Veri toplandıktan önce veya sonra kullanılabilir.*"

"*Evet, her insan araştırma yaparken hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanır. Bence her aşamada hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Eğer yaratıcılıklarını kullanmasalar zaten bilgiler değişmez hep aynı kalır. Bu nedenle her insan araştırma yaparken hayal gücünü de yaratıcılığını da kullanır.*"

"*Bilim insanları bir bilimsel bilgiye ulaşmaya çalışırken her aşamada hayal güçlerini kullanarak araştırma yaparlar. Eğer merak veya hayal gücü olmazsa araştırmalarını yaparken etkilenmezler. Eğer hayal güçlerini kullanırlarsa bilgilerinin yanlış ya da doğru olduğuna kanıt bulmaya çalışırlar.*"

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan katılımcıların; yaratıcılık ve hayal gücünün yalnızca veri toplama, planlama ve düzenleme ve deney yapma esnasında gerekli olduğuna, keşiflerin öncesinde hayal kurulduğuna, veri analizine geldikten sonra hayal gücü ve yaratıcılıktan kaçınmak gerektiğine değindikleri görülmüştür. Bilgili görüşte ise katılımcıların, hayal gücü ve yaratıcılığa problemin tespit edilmesinde çözümüne kadar tüm basamaklarda ihtiyaç duyulduğuna ve hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması durumunda gerekli olan kanıtlara daha kolay ulaşılabileceğine değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D10, D21, D27 ve D29 kodlu katılımcılar bu bileşene ilişkin görüşlerini sırasıyla şu şekilde ifade etmiştir:

> "*Bilim insanları çalışmalarında somut veriler dışında hayal gücü ve yaratıcılığını kullanırlar. Verilerin elde edilmesi, düzenlenmesi aşamalarını gerçekleştirmek için bir kaynağa ihtiyaç duyulur. Bu kaynak yaratıcılık ve hayal gücüdür.*"

> "*Örneğin bir bilim insanı bir konu ile ilgili deney yaparken önce onunla ilgili veri toplar, bu verileri düzenler, sonra da ona uygun bir veri analizi planı yapar. Bu aşamalarda bilim insanının hayal gücü ve yaratıcılığı söz konusudur.*"

> "*İnsanların gözlemlerini yaptıktan sonra deneyler üzerinde görmek için hayal güçlerini kullanarak hangi malzemeleri kullanacaklarına karar vermeleri, nasıl yaptıkları hepsi hayal gücü ve yaratıcılıkla oluyor.*"

> "*Evet, hayal gücü ve yaratıcılığını kullanmaktadır. Veri toplamada hayal gücü ve yaratıcılığını kullanırlar. Örneğin Einstein ışığı araştırırken tüm verileri toplamaya çalışıyordu. Işığın nasıl yayıldığı ve kaç dakikada yayıldığı üzerinde duruyor ve her ortamda bunu araştırıyordu. Kendi yaratıcılığını kullanarak nasıl yayıldığını buldu.*"

Bilgili görüşe sahip olan D11, D14, D22 ve D30 kodlu katılımcılar bu bileşene ilişkin görüşlerini sırasıyla şu şekilde ifade etmiştir:

> "*Evet insan yaratıcı olmazsa var olanlarla yetinir. Bence araştırmanın her aşamasında yaratıcı olunmalıdır. Yaratıcılık da biraz hayal gücüne bağlıdır. Kişi önce yapacaklarını hayal eder, daha sonra yaratıcılığını da kullanarak özgün eserler oluşturur.*"

> "*Evet hayal gücü önemlidir. Çünkü bir kişinin bilime adım atması için ilk önce meraklı olması gerekir. Bu, sadece merak ile değil aynı zamanda hayal gücünün kullanımını da gerektirir.*"

> "*Araştırmanın ilk aşamasından son aşamasına kadar bilim insanları her aşamada hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Bunu yapmazsa tahminlerde ve çıkarımlarda bulunamazlar.*"

> "*Bilim insanları deneyler ve araştırmalar yaparken planlama ve düzenleme aşamasında yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Aynı zamanda veri toplarken de hayal gücünü kullanırlar.*"

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan katılımcılar; verilerin düzenlenmesi aşamasında mevcut verilere destek olması amacıyla hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç duyulduğuna, veri analizi planı oluşturulması aşamasına kadar hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç duyulduğuna ve özellikle veri toplama aşamasında sıklıkla kullanıldığına değinmişlerdir. Bilgili görüşe sahip olan katılımcıların ise hayal gücü ve

yaratıcılığın her basamakta kullanıldığına ve hayal gücü ve yaratıcılığın yer almadığı bir akıl yürütmede tahmin ve çıkarımların sağlıklı olmayacağına değindikleri görülmüştür.

İlgili alan yazına bakıldığında, mevcut araştırmadan elde edilen bulguların önceki araştırmalar boyunca elde edilen bulgulara benzediği görülmüştür. Bu araştırma sonucunda kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinin %9.08, deney grubunda yer katılımcıların bilgili görüşlerinin ise %37.5 arttığı görülmüştür. Bu artışların bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu görüş bazı araştırmalar tarafından desteklenmiştir (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Akerson 2009). Çil (2010) bu bileşende %36'lık bir ilerleme kaydetmiştir. Bu oran mevcut araştırmadan elde edilen orana çok yakındır. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı kalıcılık çalışmasında bu bileşende bilgili görüşlerde %40 artış sağlamıştır. Araştırmacılar en az artışın bu bileşende görüldüğünü rapor etmiştir. Mevcut araştırmanın deney grubundaki uygulamalarına benzer üst bilişsel stratejilerin kullanıldığı çalışmada Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) deney grubunda bu bileşende %48 artış sağlamıştır. Araştırmacıların tespit ettikleri bu oranı mevcut araştırmadaki artış oranından yüksektir. Benzer şekilde Bell vd. (2011) öğretmen adaylarıyla konu içeriği bağlamlı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla gerçekleştirdiği çalışmada bu bileşende bilgili görüşler yönünden %53'lük bir artış sağlamıştır. Dolaylı yaklaşım grubunda diğer bileşenlerde olduğu gibi yine beklenen değişiklikler gerçekleşmemiştir. Ulaşılabilen çalışmalar içinde en yüksek artışa ulaşan araştırmacılardan biri Bell ve Matkins (2007) olmuştur. Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %67 artış sağlamıştır. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) ise uygulamalar sonrasında deney grubundaki katılımcıların yalnızca %10'un yetersiz görüşe sahip olmaya devam ettiğini tespit etmiştir.

Mevcut araştırma kapsamında elde edilen gelişimin nedenlerinin tartışılması önemlidir. Katılımcıların bilgili ve bağdaştırıcı görüşlerindeki artışların kontrol grubunda bağlam temelli öğretimden, deney grubunda ise bağlam temelli öğretimle birlikte kullanılan üst bilişsel stratejiler sayesinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu artışlara neden olabilecek etkinliklerden biri okuma parçalarıdır. Mete Atatüre ile ilgili olan parçada Atatüre'nin atom yerine yarı-iletken bir nanomateryal kullandığından bahsedilmektedir. Bir diğer okuma parçasında ise yeni nesil robotlar üretme konusunda hamam böceklerinden ilhan alındığı üzerinde durulmaktadır. Bu iki olay hayal gücü ve

yaratıcılığa ilişkin unsurlar taşımaktadır. Katılımcılardan beklenen bu unsurları tespit etmeleri ve buna ilişkin yansıtmalar yapmalarıdır. Benzer şekilde bir diğer okuma parçasında zamanın göreli olabileceği fikriyle birlikte çeşitli evren modellerinin geliştirilmesinin önünün açıldığından bahsedilmektedir. Bu olay da yine bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın etkin bir şekilde kullanıldığına işaret etmektedir.

Artışın bir diğer sebebi ise katılımcıların izlediği "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmi olabilir. Bu filmde Einstein bir ışık demetinin üzerinde olduğunda cisimlerin nasıl görüneceğini hayal etmektedir ve süreç içinde hayal gücü ve yaratıcılığına dayalı olan bu fikrini kanıtlarla desteklemeye çalışmaktadır. Öte yandan, Faraday'ın elektromanyetik alan çizgilerinin var olabileceğini ve elektromanyetik etkinin görünmeden de etki edebileceğini düşünmesi onun süreç içinde hayal gücü ve yaratıcılığını kullandığını gösterir. Katılımcılardan beklenen bu iki durumu tespit etmeleri ve bununla ilgili yansıtmalarda bulunmalarıdır.

Artışın bir diğer sebebi ise bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen etkinlikler olabilir. Özellikle pratiğe dayalı dramatizasyon etkinliği sırasında katılımcıların sorumlu oldukları bilim felsefecisine ilişkin rol oynama etkinliklerine katılmaları ve onlarla ilgili poster hazırlamaları onların hayal gücü ve yaratıcılık bileşenine ilişkin görüşlerini geliştirmiş olabilir.

Özetle, bilgili görüşlerdeki artışların deney grubu lehine olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu artışın bağlam temelli uygulamaların yanı sıra üst bilişsel stratejilerin kullanımından da kaynaklandığı söylenebilir. Öğretmen adaylarının uygulamalar öncesinde genel olarak hayal gücü ve yaratıcılığı bilimselliği bozan etmenlerden biri olarak gördükleri, ancak uygulamalar sonrasında bu görüşün azaldığı görülmüştür. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın yalnızca belirli aşamalarda kullanıldığına dair bir görüşe daha meyilli oldukları görülmüştür. Bu durum hayal gücü ve yaratıcılığın tüm araştırma sürecine yön verdiğinin ve araştırmanın herhengi bir anında dahi hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç duyulabileceğinin anlaşılamamasına neden olabilmektedir. Benzer bulgulara ilgili alan yazında da sıkça rastlanmaktadır. Bu olumsuz durumun engellenmesi için model veya tasarım gibi ürünlerin gelişim süreçlerinin çeşitli örneklerle anlatılması ve bu örneklerin öğretmen adaylarının veya öğrencilerin kendi kendine deneyimleyebilecekleri bağlam temelli etkinliklerle bütünleştirilmesi faydalı olabilir.

4.1.2.2.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan altıncı ve yedinci sorulara verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz ön testlerde olduğu gibi dörtlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen; bilim insanlarının bir kuyruklu yıldızın dünya yüzeyine çarpması gibi deneye imkan vermeyen durumlarda modelleri ve simülasyonları özellikle kullandıklarını, olguların büyük bir çoğunluğuna ilişkin kanıtların dolaylı kanıtlar olduğunu ve bunların doğrudan gözlemleyemediğimiz olgularla ilişkilendirildiğini ve bunların varlığını ancak etkileri yoluyla anlamlandırabileceğimizi, bilim insanlarının atomun şeklinin ne olduğundan emin olamayacaklarını, türün tıpkı bilimsel kavramlar gibi bilim insanları arasında kurgulanan bir kavramsallaştırma olduğunu, türün esasında insanlar tarafından kurgulanan katı bir tanıma sahip olduğu ve bu tanımın bazı türlere ilişkin çoğalmaları açıklayamadığını, bu kavramsallaştırmanın çıkarımlara, hayal gücü ve yaratıcılığa ve teori kökenli olmaya açık olduğunu, amacının ise gözlemlenen ve çıkarımlara dayanan ilişkilerin açıklanması olduğunu ve son olarak modellerin gerçekliğin ta kendisi değil, onların birer kopyası olduğunu kavramalarıdır (Lederman vd. 2002, Wahbeh 2009, Wahbeh ve Abd-El-Khalick 2014).

Bulgular incelendiğinde hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşene ilişkin olarak belirli oranlarda gelişim gösterdiği anlaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından yetersiz görüşe sahip olanların oranının %3.03 azaldığı, bilgili görüşe sahip olanların oranının ise değişim göstermediği görülmüştür. Bu oranlar, bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının çıkarımlara dayalı olma bileşeninde fazla etkili olmadığını göstermektedir. Bu bulguya Çil (2010) tarafından gerçekleştirilen doktora tez çalışmasında da rastlanmıştır. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe sahip olanların oranının %50 azalma gösterdiği dikkati çekmiştir. Kontrol ve deney grupları karşılaştırıldığında, deney grubundaki katılımcıların yetersiz görüşlerini daha yüksek oranda geliştirdikleri görülmektedir. Araştırmadan elde edilen bu bulgular deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalara yön veren bağlam temelli doğrudan

yansıtıcı yaklaşımın diğer bileşenlerin yanı sıra bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenindeki görüşlerin geliştirilmesi üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bağdaştırıcı görüşteki %21.875'lik ve bilgili görüşteki %15.625'lik artışın %35'i aşmış olması dikkat çekmektedir. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmalarının etkili olduğu düşünülmektedir.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan K5, K17, K23 ve K33 kodlu katılımcıların atom hakkındaki altıncı soruya ve tür hakkındaki yedinci soruya verdikleri yanıtlar sırasıyla şu şekildedir:

> "*Atomlarla ilgili yapılan ilk çalışma atom teorisinin temelini atmıştır. Bundan sonraki çalışmalar bunun üzerine yapılmıştır. Bu bilimsel bilginin değişebilir olduğunu göstermektedir. Daha önce buldukları veya bulunmuş elementler üzerinde çalışarak deneyler yaparak atomun yapısı hakkında bilgiler bulmuşlardır. Bir çalışma bir sonraki çalışmanın temelini oluşturur.*"
>
> "*Yeni doğan ve oluşan canlının atalarına benzediğini gözlemleyerek bu karara varmışlardır. Buna örnek olarak Mendelyev'in yaptığı bezelye çalışması olabilir. Yine araştırma deney, gözlem, hayal gücü, yaratıcılık, çıkarımlarda bulunarak türün bu tanımına ulaşmışlardır.*"
>
> "*Bilim çağının ihtiyaçlarına göre gelişir ve çevresini geliştirir. Bulunduğumuz çağda bilim alanında yapılan tüm imkanlar kabul görmüştür. Ama eğer ileriki dönemlerde yeni çalışmalarla farklı olgular bulunursa bilim buna açıktır ve olduğu gibi bilgiyi kabul etmese de araştırıp incelemelerle doğru olanı bulacaktır. Bu bizim için vakit kaybı değil aksine bilimin dinamik olduğunun kanıtıdır. Bilim adamları şu an için atom görüşü olarak Bohr'un görüşünü kabul etmekte fakat bunun da eksiklerinin olduğunu bilincindedir ve diğer atom ile ilgili görüş ortaya atanların fikrini de incelemektedir. Örneğin başta dünyanın düz bir tepsi olduğu düşünülmektedir. Ama günümüzde yuvarlak olduğu ve eski teorinin doğru olmadığı fikrindelerdir. Bu, yapılan çalışmalarla varılmış bir kanıdır. Bilimde de tüm alan için böyle ise çalışmalarla değişebilir, gelişebilir veya tekrar elde edilebilir.*"
>
> "*Bilim bir kavram ve bir olgu hakkında düşünürken onu her yönden inceler, araştırır, mantık sınırları içerisinde en doğru olanı kabul etmeye çalışır. Böyle evrensel bir bilgi oluştururken deneylere sabit bir şekilde herkes için aynı şekilde kabul görüyorsa kabul edilir. Evrensel bilgiler hala payı hiç olmayan ve doğru bilgilerdir. Böyle bir bilgi oluşturulurken yapılan çalışmalarla sabit olup başka kimselerce yanlış olmadığı kanaatine varılan çalışmalar bu yüzden kabul edilmiştir.*"
>
> "*Yapılan çalışmalar sonucu Rutherford'un altın plaktan geçirdiği ışınların sapma yönüne göre pozitif ve negatif yüklerin yeri tespit*

edilmiştir. Yani atomun yapısı yapılan deneyler ve bilim adamlarının yaratıcılık ve hayal güçlerine göre belirlenmiştir."

"*Yapılan gözlem ve deneyler sonucu bilim adamları türün ne olduğuyla ilgili düşünceler ortaya atmıştır. Türün ne anlama geldiğine karar verilirken oluşan durum ve süregelen olay göz önüne alınmış olabilir.*"

"*Bilim insanları atomun yapısını deneyler, incelemeler yoluyla görmüşlerdir. Bilim insanları atomun neye benzediğine karar verirken şekline, biçimine göre karar vermişlerdir. Bilim deneyseldir. Hipotezlere dayanır. Bilim insanları bu yollarla yeni bir bilgi ve hipotez ortaya atmışlardır. Bilim insanları hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanarak bu sonuca varmış olabilir.*"

"*Bilim insanları türün ne olduğuna deneyler, incelemeler ve araştırmalar yoluyla varmışlardır. Bilim insanları birçok denemeden geçerek ispat etmişlerdir. Bir terimin tanımının kesin olması doğruluğunu artırır. Zaten tür kavramının tanımı sadece bir denemede oluşmamıştır. Birçok işlemden geçerek tanımını oluşturmuşlardır.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların; atomların bilim insanları tarafından görüldüğüne, atomların özellikle deneyler yoluyla gözlemlendiğine, atomun şekline hayal gücü ve yaratıcılıkla ulaşılabileceğine ve yorumlamalardan bahsedilmesine karşın yine de bilmenin görmekle eşdeğer olduğuna ve çıkarımlara gerek kalmadan olayların kendiliğinden konuştuğuna değindikleri görülmüştür. Katılımcıların türe ilişkin soruda ise türün çeşitli araştırmalar yapılarak ne olduğunun test edildiğine ve kanıtlandığına ve herkes tarafından aynı şekilde kabul edildiğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan D17 ve D28 kodlu katılımcıların görüşleri şu şekildedir:

"*Bilim insanları atom hakkında gözlem ve deneyler yapmışlardır. Her yeni deney ve gözlemle birlikte doğruya daha çok yaklaşmıştır. Her araştırmada atomun proton ve nötrondan oluştuğunu görmüşlerdir. Her bilim insanı kendi hayal dünyası ve kendi yöntemleriyle atomu bulmuş ve atomun nelerden meydana geldiğini açıklamışlardır.*"

"*Her bilim insanı kendi gözlemleri ve deneyleri ile türün tanımını yaparak ortak bir tanıma kavuşmuşlardır.*"

"*Bu sonuca ulaşmak için deneyle ve gözlemle yapılmıştır. Normalde bir çekirdeğe gönderilen yüklü ve yüksüz elektronların sonucunda çekirdeğin verdiği tepkiyi gözlemlemiş ve bu şekilde ifade etmişlerdir.*"

"*Benzerlikleri ve çevreye verdikleri tepkileri göz önünde bulundururlar.*"

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan D11, D14 ve D30 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim insanları çok sayıda araştırma yapıp denemeler sonucunda kanıtlara ulaşarak çıkarımlarda bulunuyorlar. Kararlarını bulundukları ortamdan etkilenerek veriyorlar. Yapmış oldukları çalışma süreci kısa bir süreç değildir. Uzun bir süreci kapsamaktadır. Yani verilen kararlar ani olarak değil de belli bir süreçten sonra veriliyor.*"

"*Bilimsel bilgi özneldir. Bu tanımlama kişiye özgüdür. Açıklamasını yaptıktan sonra kabul edilebilir olunca göremeseler de varlığını tahmin ediyorlar.*"

"*Bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar ve bu çalışmalar sırasında sahip oldukları imkanlar onları bu sonuçlara yönlendirmiş olabilir. Deneyler, gözlemler ve birçok denemeler sonucunda bu bilgiler ortaya konmuştur. Benzetirken evreni dikkate aldıklarını ve ondan yola çıktıklarını düşünüyorum.*"

"*Bilim insanları bilimi ortaya koyarken gözlemler ve çıkarımlar sonucunda ortak kararlara varırlar ve bu şekilde bilgilerini ortaya koyarlar.*"

"*Bilim insanları birçok araştırma yapmıştır. Önceki bilim insanlarının bilgisinden faydalanarak atom modeli hakkında görüşlerini ifade etmişlerdir. Bilim insanları günlük olaylardan da yararlanarak çıkarımda bulunmuştur. Örneğin, üzümlü keki düşünerek atom modelini üzümlü keke benzetmiştir.*"

"*Bilim insanları türün tanımını yaparken genellikle benzer özelliklere sahip organizmaların oluşturduğu sözünü söylerken bence farklı özellikleri olan organizmalarla araştırma yaptıklarında farklı sonuçlar gözlemlediklerini fark etmişlerdir. Sonrasında benzer özelliğe sahip organizmalar üzerinde çalışmalar yapmışlardır.*"

Deney grubunda yer alan ve bilgili görüşe sahip olan D7, D10, D15, D22 ve D27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Atomun yapısıyla ilgili olarak çok çeşitli ve pek çok deney gözlem ve varsayımlar kısacası bugüne kadar pek çok çalışmalar yapılmıştır. Atomun yapısıyla ilgili birçok model öne sürülmüş olsa da bir süre sonra sorulara cevap veremediğinden geçerliğini yitirmiştir.*"

"*Türün tanımı aslında bize fikir vermektedir. Benzer özelliklere sahip olmak ve verimli döller üretmek bir tür için belirleyici özelliklerdir. Bu iki temel özellik temel alınarak sonuç çıkarılmaktadır.*"

"*Farklı bilim adamları atomun keşfinde farklı metotlar ve benzetimler kullanmıştır. Bilim adamlarının atomu net bir şekilde açıklayabilmesi bilimsel süreç becerilerini kullanabilmeleri sayesindedir. Bilim adamları hayal gücü ve yaratıcılıkları ile oluşturdukları kavramları test ederek insanlığın hizmetine sunmak ister. Atomla ilgili elde edilen gerçeklikler yanlışlanamadığı sürece geçerlidir ve evrensellik taşır. Daha ileri düzeyde bir atom çalışması durumunda mevcut bilgiler değişkenlik gösterebilir. Çünkü hiçbir model atomu gerçek şekliyle betimleyemez.*"

"*Bilim insanları tür kavramını tanımlarken organizmaların henüz oluşmadan önceki tüm yaşamsal boyutlarını gözlemleyerek neye dönüştüğünü tahmin eder ve bu tahmin üzerinden çıkarımlar yapar. Bu çalışmayı farklı canlılarda gözlemler ve oluşan organizmaları birbiriyle karşılaştırırlar. Buna dayanarak benzer organizmaları bir tür sınıf içine alır. Gözlemler için sosyal ortam önemli bir konuma sahiptir.*"

"*Yaptıkları deneylerle bu sonuca ulaşmışlardır. Elbette bunda da hayal gücü ve yaratıcılık devreye girmiştir. Bence günlük olaylarla da ilişkilendirilip çevremizde bulunan bir şeye de benzetilmiş olabilir. Soyut bir kavramı somutlaştırmaya çalışırken insanların anlayabileceği kavramlara dönüştürmek daha etkileyici olacaktır.*"

"*Bilim insanları sadece kendi düşünceleriyle değil daha önce yaşanmış ve bu konuda araştırmalar yapmış insanların da görüşlerinden yararlanarak daha gelişmiş teoriler ortaya atarlar. Burada bilim insanları belirli bir grubu ele almış, denek olarak kullanmış ve aynı özelliklere sahip oldukları için ancak tür olabilecekleri görüşüne ulaşmış olabilirler.*"

"*Bilim insanları bu kavramı ortaya atana kadar gözlem ve deneyler yapmışlardır. Bunun için uzun zaman harcamışlardır. Bir anda ortaya atılan bir şey değildir. Tahminlerinde varsayımlar olduğu için tam olarak emin olamazlar.*"

"*Türün ne olduğunu belirli bir zaman diliminde gözlemlerde bulunarak ve deneylerle de gözlemleyerek çıkarımlarda bulunmuşlardır. Deneme yanılma yoluyla, hayal gücünü kullanarak gözlemleri üzerinden çıkarımlarda bulunmuşlardır.*"

"*Birçok deneyler ve gözlemler yaparak atomun hayali çizgilerle yapısını çiziyorlar. Pusula, elektrik ve mıknatıs ile elektromanyetik dalgaları buluyorlar.*"

"*Benzer ve farklı özelliklerine bakarak ve sürekli gözlem yaparak tahmin etmişlerdir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların çıkarımların gözlem ve deney sonuçlarının dikkate alınmasıyla yapıldığına, kanıta dayalı olduğuna, çıkarımların hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bakımından gözlemlerden farklı olduğuna, atomla ilgili bilgilerin yanlışlanamadığı sürece geçerli olduğuna ve görüşlerinin varsayımlar içerdiği için hiçbir zaman tam olarak emin olamayacaklarına değindikleri görülmüştür.

İlgili alan yazın incelendiğinde birbirinden farklı sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Schwartz vd. (2010) fen bilimleri öğretmenlerinin doğrudan yansıtıcı yaklaşım kullanılmasına rağmen yalnızca %25 oranında bilgili görüş geliştirdikleri bulgusuna ulaşmıştır. Bu oran nedeniyle diğer bileşenler arasında bu bileşen en az gelişim görülen bileşenlerden biri olmuştur. Bir diğer çalışmada, Bell vd. (2011) öğretmen adaylarının konu bağlamlı doğrudan yansıtıcı yaklaşımla bu bileşende %40'lık bir artış tespit etmiştir.

Diğer çalışmalarda bu oran artmaktadır. Örneğin, Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %53, Wahbeh (2009) %57 ve Abd-El-Khalick ve Akerson (2009) %64 artış sağlamıştır. Khishfe ve Abd-El-Khalick (2006) uygulamalar sonrasında deney grubunda %14, kontrol grubunda ise yalnızca %10'luk bir kesimin yetersiz görüşlere sahip olmaya devam ettiğini ortaya koymuştur. Bu oranlar incelendiğinde mevcut araştırmadan elde edilen deney grubundaki %15.625'lik artışın diğer çalışmalara göre düşük olduğu görülmüştür. Bu bulgudan yola çıkılarak kontrol grubunda gerçekleştirilen bağlam temelli doğrudan yansıtıcı yaklaşımın bu bileşende görece etkili olmadığı, deney grubunda gerçekleştirilen bağlam temelli doğrudan yansıtıcı öğretimin ise diğer araştırmalarda elde edilen oranlardan daha düşük olacak şekilde bilgili görüşleri artırdığı sonucuna varılmıştır.

Deney grubunda yaşanan bu artışın nedenleri sorgulandığı ise yine güncel okuma parçalarının etkili olabileceğinden bahsedilebilir. Çünkü kullanılan dört okuma parçasında da bilimsel bilginin üretilme sürecinde kanıta dayalı gözlemlere ihtiyaç duyulduğu, kanıta dayalı bu gözlemler dikkate alınarak çıkarımlara gidildiğine ilişkin bilgiler çeşitli oranlarda yer almaktadır. Özellikle kuzgunlar isimli okuma parçasında araştırmacıların, elde ettikleri bulguları inceleyerek yalnızca insanlara ait olduğu düşünülen bazı özel genlerin hayvanlarda da olabileceği çıkarımına vardıklarından bahsedilmektedir. Bu bilgiyi kavrayan katılımcılar gözlem ve çıkarım arasındaki farkı daha iyi kavramış olabilir.

Bir başka kaynak ise süreç kontrol etkinliği olarak gerçekleştirilen "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmi olabilir. Bu film boyunca katılımcılar bilim insanlarının gözlemleri ile çıkarımlarının aynı şeyler olmadığını ve modellerin gerçekliğin birer kopyası olduğunu deneyimleme fırsatı bulmuşlardır. Benzer etkilerin sosyobilimsel konular sayesinde elde edildiği de söylenebilir. Benzer şekilde, ders dışı bilim felsefesi oturumları sırasında katılımcıların bilim üzerine düşünebilecekleri ve bilim felsefesinin temel bakış açılarının farkına varacakları tartışmaların gerçekleştirilmesi amacıyla çeşitli okuma parçalarından faydalanılmıştır. Bu okuma parçaları üzerinden yapılan rehber kontrolündeki tartışmalar yoluyla katılımcıların bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı yapısı üzerine tartışmalar yapmaları sağlanmıştır.

Özetlemek gerekirse, kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının bağlam temelli yaklaşım yoluyla bu bileşende gelişim sağlayamadıkları sonucuna varılmıştır.

Deney grubunda ise bilgili görüşlerde artış gözlenmiştir. Bu nedenle bu artışa üst bilişsel stratejilerin kullanılmasının öncülük ettiği söylenebilir. Bununla birlikte, özellikle kontrol grubundaki öğretmen adaylarının atomların görünür olduğu fikrinden vazgeçmedikleri ve güçlü elektron mikroskopları sayesinde bilim insanlarının atomları gördüğü fikrine bağlı olmayı sürdürdükleri görülmüştür. Bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının görmek ve bilmek eylemlerini eş anlamlı olarak algıladıkları ve görülmeyen bir şeyin incelenemeyeceği gibi bir görüşe sahip oldukları tespit edilmiştir. Bu durum bir sorun oluşturmaktadır ve çözüme kavuşturulmalıdır. Çünkü teorilerin açıklamaya çalıştığı olguların büyük çoğunluğu beş duyu oragnına kapalı olan olgulardan ibarettir ve teoriler tahmin etme güçlerini bu olgulara ilişkin tahmin yapabilme gücünden almaktadır. Görmenin bilmek olduğunu düşünen biri için teorilerin anlamını yitireceğini söylemek pek de şaşırtıcı olmayacaktır. Öte yandan, çıkarımların teoriler gibi öznel fikirler olarak algılanmasının da sürdüğü gözlenmiştir. Türün test edilebileceğine ilişkin inanç da varlığını sürdürmektedir. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının ise uygulamalar sonrasında modellerin gerçeğin ta kendisi olmadığını daha iyi kavradıkları ve çıkarımların spekülatif ifadelerden ziyade kanıta dayalı olarak yapıldığının farkına vardıkları söylenebilir. Bulgular ışığında çıkarımlara dayalı olma bileşeninin daha iyi anlaşılması için hayal gücü ve yaratıcılık ile teori kökenli olma bileşenleriyle birlikte öğretilmesi gerektiği savunulabilir. Etkinliklerin bu bileşenleri karşılıklı ilişkileri gözeterek hazırlanması ve üst bilişsel stratejilerin kullanıldığı bağlam temelli ortamlarda gerçekleştirilmesi önerilebilir.

4.1.2.2.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan sekizinci soruya verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz ön testlerde olduğu gibi dörtlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır. Bu bileşen kapsamında katılımcılardan beklenen; bilimin bir insan etkinliği olduğunu ve dolayısıyla sosyal, kültürel ve dini normlardan etkilendiğini, yeni bilimsel bilgilerin toplumda kabul edilmesinin zaman aldığını, bilimin toplumsal değerlerden bağımsız bir şekilde hareket edemeyeceğini, farklı kültürlerdeki farklı inanç sistemlerinin bilimi farklı

şekillerde etkilediğini, sosyal ve kültürel etkinin eldeki verilerin yorumlanmasında etkili olduğunu anlamalarıdır. Bu bileşen kapsamında verilen yanıtların teori kökenli olma, yaratıcılık ve hayal gücü, çıkarımlara dayalı olma ve değişebilir olma bileşenleriyle de ilişkili olduğu söylenebilir.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşene ilişkin olarak, diğer bileşenlere göre daha yüksek oranda gelişim gösterdiği anlaşılmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar arasından yetersiz görüşe sahip olanların oranının %39.39 azaldığı, bilgili görüşe sahip olanların oranının ise %15.15 arttığı görülmüştür. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının, bu tez kapsamında yürütülen deneysel yönteme bağlı olarak bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yoluyla gerçekleştirilen uygulamalar olduğu düşünülmektedir. Deney grubunda yer alan katılımcılarda ise, uygulamalar öncesinde yetersiz görüşe sahip olanların oranı %46.875 gibi bir azalma göstermiştir. Bu yüksek orandaki düşüşün %34.375'lik büyük bir kısmı bağdaştırıcı kategorisindeki görüşlere dönüşmüştür. Kontrol ve deney grupları karşılaştırıldığında, deney grubundaki katılımcıların bağdaştırıcı görüşlerini daha yüksek oranda değiştirdikleri görülmektedir. Bu yüzdelik değişimlerin kaynağının ise kontrol grubunda yapılan uygulamalara ek olarak deney grubunda katılımcıların bazı üst bilişsel stratejileri kullanmaları olduğu düşünülmektedir.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K4, K17 ve K26 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim sosyal ve kültürel ortamlardan etkilenir. Çünkü bir bilim insanı bilimsel çalışma yaptığı sırada çevresinde eğer savaş ortamı falan varsa o bilimsel çalışma yarıda kalabilir veya bitebilir. Bir başka deyişle bilim insanı her ne kadar o yaşadığı ortamdan etkilenmek istese de illa bazı etkileri olacaktır. Bunlara şöyle bir örnek verelim. Fransa'daki herhangi bir bilim adamının 1. Dünya savaşı sırasında yaptığı çalışmalar savaştan dolayı eksik kalıyor ve bir daha o çalışmalarını yapamıyor.*"

> "*Birçok bilim adamının yaşadığı dönemlerde buldukları veya öne sürdükleri iddialara o dönemdeki inançlar veya toplum kuralları yüzünden açıklanamamış engellenmiş veya bilim yolunda öldürülmüştür.*"

> "*Yansıtıyor. Ortaya atılan bilgi diğer bilim insanlarının da dikkatini çekiyor. Yakın görüşlü bilim insanları bir araya gelerek hipotezlerini kanıtlayacak olan araştırmalar yapıyorlar. Bazısı da aynı bilgi üzerine farklı gözlem ve çıkarımlarda bulunuyor.*"

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan K13, K15 ve K23 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Lederman 7'lisinde gördüğümüz üzere bilimsel bilgi sosyal ve kültürel ortamdan etkilenir. Bir araştırmacı olan Faraday, kendinden önceki bilim insanlarından ve o dönemin şartlarından etkilenmiştir. Derste izlediğimiz videolardan bunu açık bir şekilde görebiliriz.*"

"*Lisa'nın hayatını izlediğimizde bunu gördük. O da Yahudi bir kadındı ve bilimde ilerlemek istiyordu ama çevresindekiler sürekli buna engel oldu ki en sonda bilimden uzaklaştırıldı ve bu da bilimin sosyal ve kültürel ortamdan etkilediğini gösteriyor.*"

"*Bilimsel bilgi sosyal ve kültürel ortamdan etkilenir. Bunun nedeni yapılan çalışmalar ve fikirlere karşı toplumun kültürel ve sosyal değerlere bağlı kalarak tepki vermesidir. Örneğin, Einstein'ın çalışmaları başlangıçta bulunduğu toplum tarafından yadırganmış ve dikkate alınmamıştır.*"

Bilgili görüşe sahip olan K1, K2, K7 ve K8 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilimin sosyal ve kültürel ortamdan etkilendiğini ve bu değerlerin o toplumun bilimine yansıdığını düşünüyorum. Yapılan araştırmaların bireye bağlı olduğunu kabul ediyorsak bu bireyin yaşadığı ve etkilendiği bir toplumun varlığını da kabul etmeliyiz.*"

"*Evet inanıyorum. Mesela kök hücre naklinin dini bir kavramda ele alındığında bazı daha doğrusu birçok ülkede yasaklanması üzerine kök hücre nakli durdurulmuştur. Fakat bu yanlış bir düşüncedir. Bunun üzerine de bilim ona göre şekilleniyor ve öyle davranmak zorunda kalınıyor.*"

"*Bilim kesinlikle bulunduğu durum ve konumdan etkilenir. Bilim bir odada izole edilmiş şekilde gerçekleşmez ki herkes için aynı ve kesin ifade bildiriyor olsun! Lavouiser bulunduğu dönemde ihtilalden dolayı çalışmalarında etkisini görebiliriz. Herkes için eşitliğin savunulduğu dönemde Lavousier katıdan gaza dönüşürken kütlenin eşit olduğunu ve değişmediğini savunmuştur. Bilim bulunduğu ortamdan etkilenip gelişmezse bilim olmaz ve ilerlemesine imkan olmaz. Karanlık dönemde skolastik düşünce hakimken deney yapılamamış ve sorgulama olmamış bu da bilimi etkilemiştir.*"

"*Bilim bulunduğu sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve bunu yansıtır. Örneğin, bilim kültürde ve çevresinde yetişen bir kişi yaşadığı toplumun sosyal ve kültürel ögesinden etkilenir. Yaşadığı kültür bilimin değerleri yönünden eksikse o kişi yapmış olduğu bilimsel bilgiyi toplumun ve kültürün öğesine bakarak değiştirebilir ya da toplumun tepkisinden çekindiği için bunu paylaşmayabilir.*"

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan D8 ve D14 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim insanı çalışmalar yaparken kendi çevresinden etkilenir. Zihnindeki şemalar örüntüler farklıdır. Öznel davranır. İnsan zihni geleneksel bilim anlayışındaki gibi boş bir kağıt değildir.*"

"*Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorum. Çünkü bilim insanlarının hepsinin aynı şekilde düşündüğünü varsayamayız. Dönemin şartları, bilimsel alandaki çekişmeler ve buna bağlı pek çok olay bilimsel bilginin oluşumunu etkiler.*"

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D15, D17 ve D20 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Çünkü bilim insanlarının çevresi onların nasıl düşündüğünü ve neler düşünebileceklerini etkiler. Bu yüzden bilim insanlarının ön yargılı ve bencilce davranışlar sergileyebildiği görülebilmektedir.*"

"*Bilim geliştiği toplumun sosyal ve kültürel değerlerinden etkilenir ve hatta onu açık bir şekilde yansıtır. Bir bilim insanı buluşunu öncelikle yaşadığı çevreye ve etrafındaki insanlara anlatmaya ve onları inandırmaya çalışır."*

"*Etkiliyor çünkü bilim sadece deneyler ve somut veriler değildir. Din, sosyal hayat, politika da aynı zamanda bilimi etkiler. Bazı bilim insanları deneyle uğraştıkları verileri bile din ile sağladığını iddia ediyor.*"

Bilgili görüşe sahip olan D7 ve D30 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*İnsanın içinde bulunduğu çevre, iklim, hayat şartları, toplumun yapısı, kültürü; insanın, bireyin zihinsel yapısını etkilemektedir. Bu etkenler aynı zamanda bireyin hayal gücünü de etkiler. Bu da bilimsel etkinlikleri etkiler. Yani bilimsel bilginin üretimi toplumun sosyokültürel yapısından etkilenmektedir. Bunu N ışınlarının tartışması sırasında gördük. Fransız bilim insanları çürütücü kanıtlara rağmen görüşlerinin doğruluğundan vazgeçmemiştir."*

"*Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorum. Çünkü bilim sosyal çevreden ve kültürden etkilenir. Örneğin farklı ülkelerdeki farklı bilim insanların sahip olduğu donanımlar, eğitimler, teknolojiler farklı olduğu için farklı çalışmasına ulaşırlar. Örneğin Popper ülkesinde savaş çıktığı için yurt dışına kaçmıştır ve çalışmalarını başka ülkelerde yapmıştır ve tek başına mantıkçı pozitivistlerle savaşmıştır. Bu onun bilime ne kadar inandığını gösterir. Bu yüzden bilim insanları önce yaptıkları işe inanmalıdırlar ve topluma nasıl faydalı olabilirim diye düşünmelidirler.*"

İlgili alan yazın incelendiğinde bilimin sosyal çevreden izole bir uğraş olduğu, bilimin kültürden ve çevreden etkilendiğine yüzeysel bir şekilde değinildiği gibi mevcut araştırmadan da elde edilen birçok bulguya ulaşan çalışmalara rastlanmıştır. Abd-El-Khalick (2005) bu bileşenin uygulamalar sonunda en az gelişme görülen bileşenlerden

biri olduğuna değinmiştir. Schwartz vd. (2010) ise fen bilimleri öğretmenlerinin doğrudan yansıtıcı yaklaşım almalarına rağmen bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerin %10 ile en az gelişim gösteren bileşenlerden biri olduğunu rapor etmiştir. Benzer şekilde Akerson vd. (2000) diğer bileşenlerle kıyaslandığında bu bileşenin en az gelişim görülen bileşen olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmalardan elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında mevcut araştırmadan elde edilen bulguların daha umut verici olduğu söylenebilir. Mevcut araştırmada kontrol ve deney grubunda yetersiz görüşlerin sırasıyla %39.39 ve %46.875 azaldığı görülmüştür. Dolayısıyla bu oranların her iki grupta da yalnızca yaklaşık %15'lik kısmının bilgili görüşlere dönüştüğü görülmüş olsa da yine de önem arz etmektedir. Çünkü deney grubunda tüm bileşenler yönünden bakıldığında bu bileşen yetersiz görüşlerin en çok azaldığı bileşendir. Öte yandan, Bell ve Matkins (2007) bu bileşende bilgili görüşlerde %27 oranında artış sağlamıştır. Baraz (2012) üst bilişsel stratejileri kullanarak bilgili görüşlerde %33'lük bir artış sağlamıştır. Mulvey ve Bell (2017) ise fen bilimleri öğretmenleriyle yaptığı çalışmada bu bileşende bilgili görüşlerde %48 oranında artış sağlamıştır. Kavramsal değişim stratejisini ele alan Çil (2010) bu bileşende kavramsal değişim metinleri yardımıyla bilgili görüşlerde %50'lik bir gelişim gözlemiştir. Doğrudan yansıtıcı yaklaşım ise şaşırtıcı bir şekilde yalnızca %12 artış sağlamıştır. Wahbeh (2009) ise uygulama sonrasında bilgili görüşlerin %63 oranında arttığını rapor etmiştir. Bilgili görüşlerdeki artışlar sosyobilimsel konuların kullanımına da duyarlıdır. Sadler vd. (2002) küresel ısınma konulu sosyobilimsel konuların işlenmesinin bu bileşene ilişkin görüşleri geliştirdiği tespit etmiştir. Özetle, mevcut araştırmadan elde edilen bulguların alan yazındaki bazı çalışmalarla örtüştüğü bazılarıyla örtüşmediği sonucuna ulaşılmıştır. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, sosyobilimsel konuların ve bilimin doğasına ilişkin yansıtmaların etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Bilgili görüşler özelinde düşünüldüğünde bahsi geçen artışların nedenlerinin neler olabileceği üzerinde durulması gereken konulardandır. Katılımcıların bilgili ve bağdaştırıcı görüşlerindeki artışların kontrol grubunda bağlam temelli öğretimden, deney grubunda ise bağlam temelli öğretimle birlikte kullanılan üst bilişsel stratejiler sayesinde gerçekleştiği düşünülmektedir. Bu artışlar öncelikle sosyobilimsel konular kapsamında gerçekleştirilen tartışmalardan kaynaklanmış olabilir. İnsan klonlama ve sürücüsüz araç konuları doğası gereği bilimsel ve toplumsal konulara yönelmektedir. Klonlamanın etik olup olmadığı, olumlu ve olumsuz yanlarının neler olabileceği, sürücüsüz araçların kaza

yapmaları halinde bunun hukuki sorumluluğunun kime ait olacağı gibi konular birçok alana ilişkin görüşleri bir araya getiren tartışmalı konulardır. Bu tartışmalar sırasında katılımcıların bilimsel bilginin yoğun bir bağlam etkisi altında şekillendiğini görmelerinin bu bileşene ilişkin görüşlerini geliştirdiği söylenebilir.

Öte yandan, "Einstein'ın Büyük Fikri: $E=mc^2$" filmi de bu bileşene ait görüşleri geliştirmiş olabilir. Filmde Lise Meitner'in Yahudi olması sebebiyle ülkeden sınır dışı edilmek istendiği ve baskılar yüzünden atomların nükleer özelliklerini incelediği çalışmalarını tamamlayamadığı anlatılmaktadır. Benzer şekilde Faraday'ın elektromanyetizmaya ilişkin buluşlarına yer verdiği çalışmaları o dönemin bilim çevrelerince engellenmeye çalışılmıştır. Katılımcılardan bu durumları tespit etmeleri ve buna ilişkin yansıtmalarda bulunmaları istenmiştir. Bu nedenle filmin bu durumları tespit eden katılımcıların bu bileşendeki görüşlerini geliştirdiği söylenebilir.

Artışın bir diğer sebebi ise bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen etkinlikler olabilir. N ışınları isimli bilim tarihi/felsefesi örneği bilimin sosyokültürel yapıdan etkilendiği ve ona göre şekillendiğini açıkça göstermektedir. Dolayısıyla bu örneğin katılımcıların görüşlerini geliştirdiği söylenebilir.

Son olarak, özellikle pratiğe dayalı dramatizasyon etkinliği sırasında katılımcıların sorumlu oldukları bilim felsefecisine ilişkin rol oynama etkinliklerine katılmaları ve onlarla ilgili poster hazırlamaları onların hayal gücü ve yaratıcılık bileşenine ilişkin görüşlerini geliştirmiş olabilir.

Özetle, bu bileşen özelinde düşünüldüğünde özellikle kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının bilimi sosyal çevreden izole edilmiş bir etkinlik olarak görmeye devam ettikleri söylenebilir. Bununla birlikte, ilgili alanda bu bileşene ilişkin görüşlerin diğerlerine göre daha zor geliştiği belirtilmiş olsa da bu araştırmada bu sonucun aksi yönde bulgulara ulaşılmıştır. Hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının bağlam temelli etkinlikler yoluyla bu bileşende gelişim gösterdiği görülmüştür. Bu nedenle bağlam temelli uygulamalarla birlikte üst biliş stratejilerinin de kullanımının bu bileşene ilişkin görüşleri geliştirebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu uygulamalar sırasında bol ve zengin içerikli örneklerin kullanılması, bu örnekler üzerinden yansıtmaların yapılması ve bu görüşlerin üst bilişsel stratejiler yoluyla organize edilmesi faydalı olabilir.

4.1.2.3. Kalıcılık testinden elde edilen bulgular ve bu bulgulara ilişkin tartışma

Bu bölümde katılımcıların bilimin doğası anlayışlarına ilişkin kalıcılık profillerine yer verilmiştir. Hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olma ve değişebilir olma bileşenlerine ilişkin üçlü kategori, diğer bileşenlerde ise dörtlü kategori kullanılmıştır. Her bir bileşenin frekansları ve yüzdelik değerleri sırasıyla kontrol ve deney grubu olmak üzere ilişkili olduğu çizelgenin altında verilmiştir. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testinden elde edilen bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testlerine göre bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=33	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
K1	x						x	x				x					x		x					x		
K2	x					x		x					x				x		x					x		
K3		x			x			x					x					x	x					x		
K4	x					x		x					x				x		x					x		
K5		x				x		x						x		x			x					x		
K6	x				x			x							x		x		x					x		
K7		x			x			x				x					x		x				x			
K8	x					x		x					x				x		x					x		
K9	x					x		x					x				x		x				x			
K10		x				x		x				x					x		x					x		
K11		x			x			x							x		x		x				x			
K12	x				x			x				x				x			x				x			
K13		x				x					x		x					x		x					x	
K14	x					x		x					x				x		x					x		
K15		x			x			x				x					x		x					x		
K16	x				x						x			x			x		x					x		
K17		x				x		x				x					x			x				x		
K18	x					x		x				x					x		x				x			
K19	x					x		x				x					x			x				x		
K20	x					x		x				x					x		x					x		
K21	x					x		x				x					x		x				x			
K22	x					x		x					x				x		x				x			
K23		x			x			x				x					x		x						x	
K24	x					x		x					x				x		x				x			
K25		x			x			x				x					x		x					x		
K26		x				x		x					x					x	x					x		

K27	x					x		x					x					x		x			x			
K28	x				x			x					x				x			x			x			
K29			x			x		x					x				x		x				x			
K30	x					x		x				x				x			x				x			
K31		x				x		x					x				x		x					x		
K32	x					x		x				x					x		x				x			
K33	x					x		x					x				x		x				x			
f	20	12	1	0	10	22	1	31	0	0	2	14	15	2	2	3	26	4	28	5	0	0	14	17	2	0
%	60,6	36,4	3,03	0	30,3	66,7	3,03	93,9	0	0	6,1	42,42	45,45	6,06	6,06	9,1	78,78	12,12	84,84	15,15	0	0	42,42	51,51	6,06	0

Deney grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testinden elde edilen bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Deney grubunda yer alan katılımcıların kalıcılık testlerine göre bilimin doğası anlayışlarına ilişkin profilleri

N=32	Kanıta Dayalı Olma				Değişebilir Olma			Teori-Yasa				Teori Kökenli Olma				Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Olma			Çıkarımlara Dayalı Olma				Sosyokültürel Yapıya Dayalı Olma			
	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1,5	3	0	1	2	3	0	1	2	3
D1			x			x			x				x				x			x					x	
D2	x						x			x				x				x	x						x	
D3		x			x				x					x			x		x				x			
D4		x			x			x						x				x		x					x	
D5			x				x				x			x				x	x							x
D6		x				x		x					x					x	x				x			
D7		x					x				x				x			x				x				x
D8		x				x			x				x				x		x					x		
D9		x				x		x				x					x			x				x		
D10		x				x		x					x				x			x			x			
D11	x					x					x		x				x			x				x		
D12				x		x		x					x				x				x		x			
D13	x				x			x					x				x		x				x			
D14			x			x		x						x			x				x			x		
D15				x			x				x			x			x					x		x		
D16			x		x			x						x			x		x						x	
D17	x					x		x						x			x			x					x	
D18	x				x			x					x			x				x				x		
D19		x			x			x				x					x			x				x		
D20		x				x		x				x						x	x					x		
D21		x					x			x			x				x			x				x		
D22			x				x			x				x				x				x		x		
D23			x				x			x					x			x	x						x	
D24		x					x			x			x				x			x					x	

D25		x					x			x				x			x				x		x			
D26		x			x			x				x					x		x				x			
D27				x		x		x						x			x			x					x	
D28	x					x		x				x					x			x					x	
D29		x				x				x			x				x		x					x		
D30	x					x				x			x					x			x					x
D31			x			x		x							x		x		x				x			
D32			x				x				x		x				x		x						x	
f	7	14	8	3	7	15	10	16	3	8	5	5	13	11	3	1	22	9	13	12	4	3	8	11	10	3
%	21,875	43,75	25	9,375	21,875	46,875	31,25	50	9,375	25	15,625	15,625	40,625	34,375	9,375	3,125	68,75	28,125	40,625	37,5	12,5	9,375	25	34,375	31,25	9,375

Bilimin doğası anlayışlarının tespiti ve geliştirilmesiyle ilgili çalışmalara sıkça rastlanırken, bu anlayışların kalıcılığı ile ilgili çok az çalışmanın var olduğu görülmektedir (Akerson vd. 2006, Wahbeh ve Abd-El-Khalick 2014, Khishfe 2015, Herman ve Clough 2016, Mulvey ve Bell 2017). Bu bölümde, elde edilen bulgular bu çalışmalardan elde edilen bulgular doğrultusunda karşılaştırılmıştır. Mevcut çalışma sayısının az olması ve ilgili alan yazındaki çalışmaların tamamına yakınının Türkçe alan yazında bulunmaması nedeniyle bu çalışmaların detaylı olarak betimlenmesi ve sonraki araştırmalara ışık tutması amaçlanmıştır. Bu çalışmaların ilkinde Akerson vd. (2006) fen öğretimi dersinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi alan 17 ilkokul öğretmeninin bilimin doğası anlayışlarının gelişimini ve bu anlayışların kalıcılığını incelemiştir. Son testlerde elde edilen bilgili görüşlerin 5 ay sonraki kalıcılık testinde gerileme gösterdiği bulgusuna ulaşılmıştır. Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) tarafından gerçekleştirilen çalışma Wahbeh (2009)'in tez çalışmasından elde edilen bulgulara yer vermektedir. Araştırmacı içerik yönünden zengin ve bütünleştirilmiş bilimin doğası öğretiminin fen bilimleri öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişimine, bilimin doğası öğretim uygulamalarına ve bunların kalıcılığına olan etkisini incelemiştir. Altı hafta süren uygulamaların ilk bölümüne 19 öğretmen katılmıştır. İkinci bölümde, 6 öğretmen adayının bilimin doğası öğretim uygulamaları gözlem yoluyla rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda, uygulamanın öğretmenlerin hem bilimin doğası anlayışlarını geliştirdiği hem de bu anlayışların 5 ay sonrasında da korunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir diğer çalışmada Khishfe (2015) 10. sınıf lise öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmek ve aynı zamanda 4 ay sonraki kalıcılığını tespit etmek istemiştir. Öğrencilerin konu içeriğine dahil olan genetik mühendisliği ünitesi boyunca aşina

oldukları genetiği değiştirilmiş besinler isimli sosyobilimsel konu ile ünite boyunca aşina olmadıkları su floridasyonu isimli sosyobilimsel konu öğretim bağlamını oluşturacak şekilde birlikte kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, birçok öğrencinin bağlam fark etmeksizin eski bilimin doğası anlayışlarına geri döndükleri görülmüştür. Herman ve Clough (2016) 2-14 yıl arası öğretim deneyimine sahip olan fen bilimleri öğretmenlerinin fen öğretim programına katılmalarını sağlamış ve 2-5 yıl boyunca onların bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığını gözlemlemiştir. Araştırmacılar bu programın uzun süreli etkili olduğu sonucuna varmıştır. Bununla birlikte, öğretmen adaylarının bilimsel yönteme ilişkin buluş bağlamını kavramakta zorluk çektikleri görülmüştür. Mulvey ve Bell (2017) bağlam olarak bilimsel içeriği temel alan bir doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi gerçekleştirmiştir. Hem bağlam temelli olmayan jenerik etkinliklerle hem de bağlam temelli etkinliklerle gerçekleştirilen uygulamaya 25 öğretmen katılmıştır. Uygulamalardan sonra tüm öğretmenlerin bilimin doğası anlayışlarının geliştiği görülmüştür. 10 ay sonra yapılan kalıcılık testinde bu anlayışlar korunmuştur.

Bahsi geçen çalışmalardaki kalıcılığa ilişkin tutarsız bulgular bu araştırmanın yapılma gerekçelerinden birini oluşturmaktadır. Akerson vd. (2006) uygulamalarını fen öğretimi dersinde gerçekleştirmiştir. Fen öğretimi derslerinde gerçekleştirilen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin sınırlı gelişime izin verdiği bilinmektedir. Bu nedenle konu içeriğinin zenginleştirilebilmesi ve bağlam temelli bir öğretimin gerçekleştirilebilmesi için bu araştırma bilimin doğası ve öğretimi dersinde gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 8 hafta sürmüştür. Bu süre diğer uygulamalı çalışmalarda planlanan sürelerle benzer aralıklardadır. Khishfe (2015)'ye benzer şekilde, bu araştırmada aşina olunan ve olunmayan iki sosyobilimsel konu bağlam olarak kullanılmıştır. Mulvey ve Bell (2017)'de olduğu gibi bu çalışmada da üst düzeyde bağlam temelli öğretim yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kalıcılık testlerinin uygulamaların bitişinin ardından 5 ay içinde uygulanması planlanmıştır. Bu süre diğer çalışmalarda temel alınan ölçüm süreleriyle bağdaşmaktadır ve Khishfe (2015)'nin de deyimiyle orta vadeli bir kalıcılık ölçümüne katkı sağlamaktadır.

Bu araştırmayı kalıcılık yönünden bahsi geçen çalışmalardan farklı kılan yönü üst bilişsel stratejilere dayalı doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimini esas almasıdır. Üst biliş hem bilimin doğası anlayışlarını geliştirir hem de bu anlayışların içselleştirilmesine yardımcı olur. Bu nedenle üst biliş dolaylı olarak bilimin doğası anlayışlarının kalıcı

olmasına da hizmet eder (Akerson ve Abd-El-Khalick 2009, Khishfe 2015). Üst bilişsel stratejilerin kullanımıyla geliştirilen bilimin doğası anlayışlarının kalıcılığının sorgulanması bakımından araştırma bir ilk özelliği taşımaktadır ve bu nedenle ilgili alan yazına katkı sağlaması beklenmektedir.

Son test ve kalıcılık testleri arasındaki farklılıklara Çizelge 4.16'da yer verilmiştir. Çizelgede yer alan yüzdelik değişimler bu bölüm altında her bir bileşen dahilinde nedenleriyle birlikte tartışılmıştır.

Çizelge 4.16. Katılımcıların bilimin doğası bileşenlerine yönelik görüşlerinin son test ve kalıcılık testleri değerlerine göre değişimi

	Kontrol Grubu				Deney Grubu			
	Yetersiz (0)	Bağdaştırıcı Olmayan (1)	Bağdaştırıcı (2)	Bilgili (3)	Yetersiz (0)	Bağdaştırıcı Olmayan (1)	Bağdaştırıcı (2)	Bilgili (3)
Kanıta dayalı olma	+12.12	-3.00	-9.09	0	+12.500	-9.375	-3.125	0
Değişebilir olma	+15.15	-9.05		-6.07	+12.500	0		-12.500
Teori-Kanun	+9.06	-6.06	0	-3.00	+15.625	+6.250	-15.625	-6.250
Teori kökenli olma	+15.15	+3.03	-9.09	-9.09	+3.125	+15.625	-9.375	-9.375
Yaratıcılık ve hayal gücü	+6.06	0		-6.06	+3.125	+12.500		-15.625
Çıkarımlara dayalı olma	+27.27	-21.21	-6.06	0	+18.750	+3.125	+15.625	-6.250
Sosyokültürel Yapı	+9.09	+15.15	-3.04	-21.21	+6.250	+9.375	-9.375	-6.250

4.1.2.3.1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan ilk üç soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı görülmüştür. Bir başka ifadeyle, katılımcıların bilgili görüşleri korunmuştur. Kontrol ve deney grubunda yer alan

katılımcıların bağdaştırıcı olmayan ve bağdaştırıcı görüşlerinin kalıcı olmadığı ve bu görüşlerin yetersiz görüşlere gerilediği görülmüştür. Bu gerileme ağırlıklı olarak kontrol grubunda bağdaştırıcı görüşten yetersiz görüşe, deney grubunda ise bağdaştırıcı olmayan görüşten yetersiz görüşe doğrudur.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K4, K8, K12, K16 ve K18 kodlu katılımcıların birinci ve ikinci soruya ilişkin yanıtları sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimi diğer alanlardan (din ve felsefe) ayıran, farklı kılan en önemli özellik sadece tahmin etmeye dayalı olmayıp aynı zamanda bunları açıklamaya, anlamaya çalışmasıdır. Yani bilim bir sonuca ulaşmak isterse bunları aynı zamanda deneyleriyle, teorilerle kanıtlamaya çalışır.*"
>
> "*Var olan, elde bulunan bir bilimsel bilgiyi açıklamada, kanıtlamada destek sağlayan bir yöntemdir. Deney sayesinde bilimsel bir olay somutlaştırılır. Yani daha kolay bir şekilde kavramayı sağlar. Zaten çoğu bilim adamı ortaya attığı bilimsel bilgileri deney yoluyla açıklığa kavuşturmazsa o bilgiler eksik bilgiler olarak kalıp çalışmalarını ispatlayamazlar.*"
>
> "*Din ve felsefe diğer alanlardan daha farklıdır. Çünkü din gibi doğa üstü olayların somut hali bizlere sunulmaz. Daha çok hayal olarak sunulur. Bu yüzden diğer alanlardan farklıdır. Ancak biyoloji gibi alanlarda bize sunulan bilgiler somut veya gerçekleştirilebilir bilgilerdir.*"
>
> "*Edinilen bilgilerin denenme yoluna deney denir. Bir fikrin doğruluğunu ispatlama amaçlı kullanılır. Veya ortaya atılan bir teorinin kanıtlanabilirliğini gerçekleştirmek için kullanılan bilimsel yoldur.*"
>
> "*Bilim biraz daha teorik bilgiler yönünden bizleri aydınlatırken, din ve felsefe de ise biraz daha güncel hayattan düşündüğümüzde mantıklı açıklama yapar.*"
>
> "*Bilimsel bilgilerin gelişebilmesi için evet deneylere ihtiyaç vardır. Günden güne yeni bilgilerin ortaya atılmasıyla birlikte onun bilimsel açıdan olumlu olumsuz yönünü araştırmak için deneyler yardımıyla kontrol edilir.*"
>
> "*Bilim diğer alanlardan farklıdır. Fizik, biyoloji gerçeği araştırıyorsa; din ve felsefe daha çok olağanüstü şeyleri açıklama amaçlı kullanılır.*"
>
> "*Deney insanların bilgilerini bir nevi kanıtlamak amacıyla gözlemlerini sonuca ulaştırmak için kullanılan yoldur.*"
>
> "*Fizik, kimya ve biyoloji gibi bilimsel alanlar her zaman her yerde aynıdır. Fakat din ve felsefe her yerde aynı değildir. Din insanlar arasında değişkenlik gösterir. Diğer alanlarda bu şekilde bir durum söz konusu değildir.*"
>
> "*Bazı bilimsel bilgiler deney gerektirir. Örneğin Lavoiser'in yaptığı çalışmalarda deney olmazsa olmazı olmuştur. Çok ince hesaplar gerektiği için deneye ihtiyaç vardır.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların; bilimi diğer araştırma disiplinlerinden ayıran ölçütün kanıta dayalı olmasını açıklayamadıkları ve bunun yerine alternatif ölçütler sundukları, doğrulama bağlamının yanında yanlışlama ve buluş bağlamlarından neredeyse hiç bahsetmedikleri, bilimin dine nazaran daha somut olgularla uğraştığı ve bunların kanıtlanabilirliğinin olduğunu belirttikleri, bilimin daha teorik olduğu ve din ve felsefenin biraz daha yaşamın içinde olduğunu düşündükleri ve biliminin bir tek gerçekliğe ulaşma yolunda olduğuna inandıklarına ilişkin görüşlere sahip oldukları görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K3 ve K13 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim, deney ve gözlemlerle kanıtlanabilen verilerdir. Yani somut verilerdir. Ama din ve felsefe olsun kanıtlanabilirliği yoktur. Soyut olan şeylerdir."*
>
> *"Bir konu hakkında gerçeğe ulaşmak için, elle tutulan, gözle görülebilen verilere ulaşmak için laboratuvar ortamında bazı malzemeler kullanılarak bir şeyleri kanıtlama çabasıdır."*
>
> "*Bilimi din ve felsefe gibi araştırma alanlarından farklı kılan şey sürekli bir değişim, gelişim, bilimsel yöntem, araştırma, kurulan hipotezleri test etme çabasıdır.*"
>
> "*Deneme yanılma yapmak araştırma yaptığımız sorun ile ilgili deneye başvurmak kesinlikle doğrudur. Çünkü bugün bizim işlediğimiz dersler ile ilgili en basit bir deneyimizde bilimsel bilginin doğruluğunu test etmiş oluruz. Deneyin açık veya kapalı uçlu olmasına bağlı olarak istediğimiz şekilde bu deneyi sınıf ortamında test ederek bilimsel bilginin evrenselliğini ortaya koyarız. Deney bilimsel bilgi için gereklidir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimin somut, elle tutulur şeylerin üzerine çalışılması olduğuna, bilimin amacının kanıtlamak olduğuna, deney yoluyla elde edilen bilginin ispatlandığına ve dolayısıyla her yerde geçerli olduğuna değindikleri görülmüştür.

K29 kodlu katılımcı bağdaştırıcı görüşe sahiptir ve görüşlerini şu şekilde ifade etmiştir:

> "*Bilim, din ve felsefeden ayrıdır. Cinlerle, meleklerle veya doğaüstü durumlarla ilgilenmez.*"
>
> *"Deney bilim insanlarının bir hipotez kurmadan önceki deneyimleridir. Deneyleri tekrarlayarak bilimsel bilginin doğru olduğunu göstermek ister. Deneyi yanlış yaparsa tekrar deneyerek doğruya ulaşabilir. Bu yüzden gereklidir."*

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan D22 ve D31 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim değişebilen deneylere dayanan, sistemli ve birikerek ilerleyen bir yapıdır. Özellikle deneylere dayalı olması onu din ve felsefe gibi alanlardan farklı kılar*."

> "*Bir hipotezin veya görüşün doğru olup olmadığını kontrol etmek için yapılan tekniklerdir*."

> "*Bence bilim hissederek anlamaya çalışmak, duygu ve düşüncelerini devreye sokmak, hayal etmek, denemek, araştırmak, sorgulamak, aklındakine bir çözüm bulmak için uğraşma sürecidir. Bilimi diğer araştırma gruplarından ayıran özellik kanıtlanabilir, açıklanabilir, bir varsayıma uydurulabilir olmasıdır.*"

> "*Deney, hakkında emin olamadığımız bir durum veya olayın kesin olup olmadığını ya da kesin olmasa bile aklımızdaki durum hakkında bize az çok yol gösterebilecek olmasından dolayı yaptığımız sistematik bir çalışmadır. Yani bize yol gösterir fikirlerimizi oturtmak için.*"

> "*Evet, çünkü bilimsel bilgiyi diğer bilgilerden ayıran temel etken ne yazık ki deney. Fikrin veya düşüncen ne kadar doğru olursa olsun deneysel olarak sonuçlanmadığında geçerliliğinin kabul ettirmek o kadar zor. İzlediğimiz videoda adamın ismini hatırlamıyorum ama öyle eski maddenin kaybolmadığını azalmadığını aslında biliyorlardı ama deney olmadan net bir şekilde bir türlü kabul ettiremedi ve sonunda uygunsuz ekonomik yollar deneyerek ispatladı. Bu da adamın canından olmasına neden oldu.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların doğal dünyaya ilişkin gözlemlerin bilimi diğerlerinden ayıran ölçüt olduğuna, bilimin doğaüstü veya metafizik şeylerden ziyade olguları incelediğine, deneylerin hipotezlere dayalı olduğuna, deneylerin tekrarlanabilir olduğuna, deney sonucu elde edilen bilgilerin kesin olmadığına ve deneyin toplum genelinde bir kanıtlama aracı olarak görülmesinin olumsuz etkisine değindikleri görülmüştür.

Bilgili görüşlerini koruyan D15 ve D27 kodlu katılımcıların görüşleri ise sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimde hayal gücü kullanılabilir, din ve felsefede de kullanılır fakat aralarındaki fark bilim daha gerçekçidir. Bilim gözlem, çıkarım ve deneylere dayanır ama diğer araştırma alanlarında bu denli bir kanıt bulma çabası yoktur. Onlarda öncelikli olan his duygu, vicdan gibi kavramlardır.*"

> "*Deney, gözlem ve çıkarımlar ele alınıp belirli ölçüm araçlarıyla elde edilen tekrar tekrar elde edilebilir sonuçlara ulaşabilme araçlarına denir.*"

"*Evet vardır. Çünkü deney bilimsel bilginin en önemli aşamalarından ve desteklenmesindeki en önemli faktörlerden biridir. Biz deneylerle bilginin doğruluğunu destekleriz ve tekrar tekrar yapılsa da aynı sonuçlara varmayı sağlayabiliriz. Güvenirliği artırmış oluruz. Ne kadar güvenilir de olsa bir gün bu bilgi de yeni kanıtlarla değişebilir.*"

D27 kodlu katılımcının görüşleri şu şekildedir:

"*Bilim gözlemler sonucu kişinin doğayı anlamaya çalışmasıdır. Diğer bilimlerden ayıran özelliği kanıtlanabilir olmasıdır. Bilim genel geçerliliği olan gözlenebilir olaylardan hareket eder.*"

"*Bilimsel bir gerçeği göstermek, yasayı doğrulamak gözlemlerle ilgili kanıtlar toplamak ve eldeki teoriyi desteklemek için yapılan işlemlerdir.*"

"*Evet vardır. Bilimsel bilgiyi desteklemek için deneylere başvuruyoruz. Elde ettiğimiz verilerle çalışmamıza yön verebilir geliştirebiliriz.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların gözlemlerin tekrarlanabilir olmasına sıkça değindikleri, bilimi diğer disiplinlerden açıkça ayırt edebildikleri ve görüşlerinde çelişkili ifadelerin yer almadığı görülmüştür.

Mevcut araştırmada kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinin son testlerde herhangi bir artış göstermediği için kalıcı olup olmadığı tespit edilememiştir. Deney grubunda ise %9.375 oranındaki artışın kalıcılık testinde aynen korunduğu görülmüştür. İlgili alan yazına bakıldığında farklı bulgulara ulaşıldığı görülmüştür. Mulvey ve Bell (2017) bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerin kalıcılık testinde %90'dan %95'e çıktığını rapor etmiştir. Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen uygulamaya çok benzeyen çalışmada Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) fen bilimleri öğretmenlerinin çoğunluğunun uygulamanın 5 ay sonrasında bu bileşende kalıcılığı sağladığını tespit etmiştir. Araştırmacılar son testlerde elde edilen %100 oranındaki bilgili görüşlerin korunduğunu tespit etmiştir. Kalıcılık süresinin 5 ay olması ve fen bilimleri öğretmenleri ile çalışılmış olması dikkate alındığında araştırmacılar tarafından elde edilen bu bulgunun mevcut araştırma bulgusuyla örtüştüğü söylenebilir. Bunun aksi yönünde bulgulara da ulaşılmıştır. Örneğin Akerson vd. (2006) birçok öğretmen adayının uygulamadan 5 ay sonra önceki bilimin doğası anlayışlarına geri döndüğünü tespit etmiştir. Araştırmacılara göre Perry şemasında üst basamaklarda yer alanlar üst bilişsel süreçleri kullandıkları için bilimin doğası anlayışları daha kalıcı olmuştur. Bu durum üst bilişsel strateji kullanımının kalıcılıkla bağlantılı olabileceğini göstermektedir. Çalışma bulguları incelendiğinde bu bileşende şemanın 1-4 basamakları arasında bulunanlardan yalnızca 1 öğretmen adayının kalıcılığı sağlayabildiği görülmüştür. Şemada 5-6 basamaklarda olanlar ise 1 öğrenci

hariç önceki anlayışlarını korumuşlardır. Benzer şekilde Khishfe (2015) birçok lise öğrencisinin uygulamadan 4 ay sonra önceki bilimin doğası anlayışlarına döndüğünü tespit etmiştir. Öğrencilerin aşina oldukları senaryoda bilgili görüşlerinin kalıcılık testinde %63'den %42'ye, aşina olmadıkları senaryoda ise %58'den %37'ye gerilediği görülmüştür. Elde edilen farklı sonuçlar bu bileşene ilişkin yeni çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan Mulvey ve Bell (2017) özellikle daha önce denenmemiş bağlamlarla ilgili çalışmaların sayıca artması gerektiğine inandığını belirtmektedir.

4.1.2.3.2. Bilimsel bilginin değişebilir olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan dördüncü soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Ağırlıklı olarak dördüncü soruya verilen yanıtlar dikkate alınırken, emin olunamayan durumlarda beşinci soruya verilen yanıtlara başvurulmuştur. Bu bileşendeki analiz üçlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır.

Bulgular incelendiğinde hem kontrol grubunda hem de deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinde gerileme olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilgili ve bağdaştırıcı görüşlerindeki düşüşlerin yetersiz görüşlere artış olarak yansıdığı görülmüştür. Deney grubunda ise bağdaştırıcı görüşte herhangi bir değişiklik gözlenmezken bilgili görüşlerdeki düşüşün tamamen yetersiz görüşlere dönüştüğü görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K3 ve K28 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü sadece bir teoridir ki bilimsel bilgi değişebiliyorsa teori de değişebilir. Teoriler niçin değişebilir sorusuna gelince de hayat şartları değişiyor bu da teoriler üstünde büyük bir etki yaratıyor. İnsanların fikirleri daha değişik hal alıyor. Bu da teorilerin değişebileceğini gösterir. Kısacası bu hayatta ne değişmiyor ki!...*"

> "*Bilimsel bir yasa kanıtlanabilir deney ve gözlemlerle açıklanabilir. Ama, bilimsel teoriler bir kişinin ortaya attığı bir veridir sadece tam olarak kanıtlanmamıştır, her an değişebilir bir konumdadır. Bilimsel bir yasanın ise değişebilmesi için ellerinde somut bir şeylerin var olması gerekir. Deney ve gözlemlerle açıklanması gerekir.*"

"*Teori ile yasa birbirinden farklıdır. Teori; problemi, veri, hipotez ve deney basamağından sonra sürekli araştırma yapılan kesin sonuç olarak farklılıklar gösterebilen bilgilerdir. Yasa; kesin olarak kanıtlanmış olsa da yine de zamanla değişebilir fakat yasa değişirken yerine getiren yeni bilginin de kesinliği kanıtlanmıştır.*"

Görüşler incelendiğinde ilk bakışta katılımcıların yetersiz kategorisinde olmadıkları izlenimi uyanabilir. Bununla birlikte, K3 kodlu katılımcının teorilerin değişebilir olmasını savunmasına rağmen bunu kanıtlanabilir olma durumuyla ilişkilendirdiği dolayısıyla yasaların kanıtlandıkları için değişemez olduklarını savunduğu çıkarımı yapılabilir. Benzer şekilde K28 kodlu katılımcı da yasaların değişebilir olduğunu ancak yerine gelen yasanın kesinleştiği için değişmeyeceğini savunduğu görülmektedir. Özetle, iki katılımcının da bilimsel bilginin kanıtlama olmaması durumunda değişebileceğine inandıkları sonucuna ulaşılabilir. Bu nedenle katılımcılar yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan K4, K13 ve K30 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü teoriler bilim adamlarının aynı olayı farklı gözlemleme, yorumlarıyla ya da bilim adamlarındaki hayal gücü ve yaratıcılık eğer ön planda ise bu ileriki zamanlarda farklı bilim adamlarıyla aynı teoriler değişebilir yönergesini önümüze sunmaktadır. Yani bir bilimsel bilgide farklı bilim adamları aynı konu üzerinde ve aynı veriler dahilinde gözlem yapıyorsa farklı teoriler ortaya atabilirler. Bu da onların hayal gücü ve yaratıcılıklarına bağlıdır.*"

"*Bilimsel bir teori zamanla değişebilirken bilimsel yasaların değişmesi daha zordur. Bilimsel teoriler ancak kabul görülürse daha güvenilir olur.*"

"*Geçmişte yapılan teoriler ile ilgili yeni bilgi ve araştırmalar yapılıp yeni bilgiler ortaya konulur ve eski düşünceler çürütülür ise bilimsel teoriler değişebilir.*"

"*İnsan merak ve sürekli öğrenme gelişme çabası içerisinde olan bir varlıktır. Bir teorinin ortaya atılması daha sonrasında bu teoriyi daha çok araştırarak ve inceleyerek yeni bilgiler eklememiz yaptığımız teoriyi çürütmemiş ya da hipotezi tekrar başta almamızı sağlar çünkü insan sürekli bir merak ilgi ve öğrenme çabası içerisindedir.*"

"*Yasalar genelleştirilmiş hipotezlerdir. Yasalar teorilerle değil hipotezlerle açıklanır. Yasa da herkes tarafından kabul görmüştür ve evrenseldir.*"

"*Teoriler değişebilir. Bilimsel bilgiler süreklidir. Yani bir bilginin üzerine yeni bilgiler eklenir. Her eklenen bilgi önceki bilgi önceki bilgiyi sorgular ki teoriler her bilim insanına göre farklı olabilmektedir. Bu biraz da bakış açısına bağlıdır. Örneğin, Bing Bang teorisi hakkında birçok dedikodu*

vardır, yeni bilgiler, doğru bilgiler geldikçe teorilerde değişmeler olacaktır."

"*Evet teoriler değişebilir ve biz buna rağmen öğrenmeye çalışıyoruz çünkü biz teoriyle ilgili bir bilgimiz olmasa değiştiğinde buna ayak uyduramayız bunun doğruluğu hakkında bizim bile kafamızda sorular oluşur ki teoriler direk karşımıza çıkmaz. Bir bütün halinde çıkar bütün bilim insanlarının görüşleriyle beraber.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların teorilerin değişebilir olmasıyla ilgili olarak kanıtlanma ölçütünü daha az kullandıkları, teorileri değişebilir ancak yasaları değişemez olarak gördükleri ve yer yer teorilerin kanıtlandığında yasalara dönüşebileceğini savundukları, teorilerin bilim insanlarının bakış açılarını yansıttığını, yasaların herkes tarafından kabul edilen evrensel bilgiler olduğunu, yeni bilgilerin teorilerin değişim kaynağı olduğunu, yeni bilgileri anlayabilmek için teorileri anlamamız gerektiğini belirttikleri görülmüştür.

Bilgili görüşlere sahip olan K1 kodlu katılımcının görüşleri ise şu şekildedir:

"*Bilimsel teoriler değişir. Kanıtlanmış bilgi olmayacağından dolayı bilimsel teoriler dönemin özelliklerinden, kişinin bakış açısından ve sosyokültürel ortamdan etkilendiği için değişebilir. Teoriler var olan bilgilerin yeniden yorumlanmasıyla da değişebilir. Bunu Mete Atatüre ile ilgili okuma parçasında görmüştük. Kimsenin yapamadığını kendi yorum gücüyle yapmayı başarmıştı.*"

"*Teoriler dönemin özelliklerine göre değişir. Biz bu teorileri öğrenmek ve sürdürebilmek için sürekli çaba harcıyoruz. Çünkü insan doğası gereği bilgiye ulaşmak için uğraşır. Bilimde sınır yoktur denemez. Bir dönem kabul edilen bilgi bir dönem sonra geçerliğini yitirebilir.*"

"*Teoriler hipotezleri açıklamak için kullanılır. Yasa kendiliğinden doğada fark edilirken teoriler ise bu yasaları açıklamak için kullanılır. Yani bilimsel teoriler yasaları açıklamak için kullanılır.*"

Katılımcının görüşleri incelendiğinde bilgili görüşe ait olan ölçütleri karşıladığı ve hatta uygulamalar sırasında kullanılan bir okuma parçasına ilişkin atıfta bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle katılımcı bilgili görüşe kodlanmıştır.

Deney grubunda yer alan katılımcıların görüşlerinin de kontrol grubundaki görüşlerle benzerlik gösterdiği görülmüştür. D17 ve D26 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Teoriler bir konu hakkında genel olarak toplanılan verilerdir. Teoriler deneylerle desteklenebilir ve yine aynı şekilde deneylerle götürülebilir. Teknolojinin ilerlemesiyle kabul görülen teori değişebilir.*"

"*Teoriler zamanla değişebilir evet ama bu her teorinin değişeceği veya her teorinin çürütülebileceği anlamına gelmez. Kabul görülen teori çürütülene kadar geçerli sayılır ve biz mecburen ezberlemek zorunda bırakılıyoruz.*"

"*Bilimsel teori ve yasalar birbirinden farklıdır. Teoriler herkes tarafından kabul görülmemiş varsayımlardır. Yasalar ise herkes tarafından kabul görülmüştür.*"

"*Değişebilir. Daha kesin ve etkili bir sonuç elde edilirse değiştirilebilir. Teorinin daha mantıklı ve daha kesin sonuca ulaşılabilirse değişmesi mümkündür.*"

"*Yasalar ve teoriler birbirinden farklıdır. Teoriler değişebilir bilgilerdir. Yasa ise değişmez. Bilimsel bir teori sonuçlandıktan sonra daha kesin bir teori gelirse önceki teoriyi yok edebilir. Fakat yasalar değişmez bilgilerdir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların teorilerin değişebilir olmasını kanıtlanamamış olmalarına bağladıkları, teorileri varsayımlar veya kişisel görüşler olarak görme eğiliminde oldukları ve yeterli kanıt ışığında onların da tıpkı yasalar gibi kanıtlanacağını düşündükleri görülmüştür. Bu görüşün bağdaştırıcı görüşle farklılaştığı nokta bu görüşteki katılımcıların teorileri ispat ve kanıtlama yoluyla değişmez bilgiler olarak görme eğilimleri içermesidir. Bu nedenle katılımcılar yetersiz görüşe kodlanmıştır.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D9, D14 ve D27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Değişebilir. Teori hipotezlerden oluşur. Mesela teori kuruldu daha sonra o teorinin aksini ifade eden bir bilgiye ulaşıldı ve ispatlanabiliyordu. O yüzden teori değişebilir.*"

"*Teori hipotezlerden oluşur. Yasa genelleştirilmiş hipotezlerden oluşur. Teori yasaya dönüşebilir. Ama yasa teoriye dönüşemez.*"

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü o teorinin ilk olarak ortaya atıldığı zamanlarda ortamın teoriyi yapan kişinin psikolojik durumunun, teknolojinin, yeni verilerin ortaya çıkması gibi etmenler değişiklik gösterebilir. Bundan dolayı teoriler değişikliğe uğrayabilir.*"

"*Zaten teoriler zamanla değişecektir diye bilgileri öğrenmemek bana göre çok yanlış bir düşüncedir. Çünkü eski bildiğimiz bilgilerin üzerine yeni bilgiler katarak bilgilerimizi ilerletebiliriz.*"

"*Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü o anki eldeki veriler yetersiz olabilir. Teknolojinin gelişmesi yeni bilgilerin ortaya çıkması ile teoriler de gelişebilir. Teorilerin değişmesi uzun sürebilir yeni bilgilerin çok geç teorileri değiştireceği için. Elimizde olan verilerin, teorilerin öğrenilmesi gerekiyor.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların teorilerin yasalara dönüşebileceği ancak yasaların teorilere dönüşemeyeceği gibi yanılgı geliştirdikleri görülmektedir. Ayrıca eldeki verilerin yetersizliği yüzünden teorilerin değişebileceği, teknoloji ve yeni yorumlamaların teorileri değiştireceğine değindikleri görülmüştür. Katılımcılar görüşleri bilgili görüşü karşılamadığı ve çelişkili ifadeler içerdiği için bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Bilgili görüşe sahip olan D7, D15, D21 ve D32 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimin doğasında değişebilirlik vardır, yani bilimsel bilgiler kesin değildir. Teoriler de doğada olguların alt yapısını oluşturur ve bunu açıklamaya çalışır. Doğada var olan unsurlar arasındaki ilişkileri ve bağları gözlem verileri doğrultusunda temellendirmeye çalışır. Gözlem sonuçları değişirse teoriler de değişir. Bilim insanları o ana kadar var olan verileri ve gözlem sonuçlarını kullanarak teori geliştirir. (D7)*"

> "*Teoriler değişebilir. Çünkü teoriler sabit değildir, desteklenip yeni fikirler eklenip, hayal gücü vb. kullanılıp, geliştirilip tekrar kullanılabilir. Her bilimsel bilgi değişebilir, zamanın şartları da kullanılabilir. (D15).*"

> "*Evet daha önce de bahsettiğim gibi teoriler değişir. Ama biz elimizde var olan doğruluğu o zamanın şartlarına göre ispatlanabilir bir teoriyi kullanırız. Çünkü daha iyisi olana kadar en iyisi bu anlayışıyla yola çıkarız. (D15)*"

> "*Teori ile yasa arasında fark vardır. Teoriler daha çok varsayımlara dayanan bilimsel bilgilerdir. Oysa yasa denklemleri vb. birçok yollarla desteklenmiş bilgilerdir. Örneğin, Coulomb yasası yoluyla denklemler kurulup tekrar aynı sonuçlar elde edilebilir. (D15)*"

> "*Teknolojinin gelişmesi insanların daha çok araştırması bilimsel teorilerin değişebileceğini kanıtlıyor. Bilimin birikimsel olması bilimsel teorilerin değişebilirliğini artırıyor. Çünkü bir bilim insanı araştırmasında önceki bilim insanlarının yaptığı araştırmaları inceler. Onlardan yola çıkarak daha değişik fikirler ortaya koyabiliyor. (D21)*"

> "*Bilimsel bilginin birikimsel olması ile alakalı bir durum. Bizler o teoriye dair bir şey bilmezsek onun değişiminde de rol alamayız. Çünkü teori direk ortaya çıkmıyor veya teori direk değişmiyor. O teoriyi çürütecek veriler araştırmalar sonucu ortaya çıkınca o teori değişiyor. O araştırmalar o teori üzerinden yola çıkarak yapılıyor. (D21)*"

> "*Teoriler bilimsel yasaları kapsar. İkisi de değişebilir. Örneğin: atom parçalanamaz diye bir teori vardı. Herkes tarafından kabul görmüştü. Ama sonra bir bilim adamı çıkıp atomu parçaladı. Atomun proton nötron ve elektronlardan oluştuğu söyledi. (D21)*"

> "*Teoriler değiştirilebilir. Belki teoriler o zamanın koşullarına göre açıklanmıştır. O zaman imkanlardan dolayı teoriler ortaya atılmıştır.*

Teknoloji ilerlerken ve imkanlar artacağından görüşler de değişecektir. (D32)"

"*Teoriler zamanla değişir. Gün geçtikçe, teknoloji ilerledikçe ve imkanlar arttıkça teoriler de değişecektir. Teoriler zamanla değişiyor ve bunların değişmesinin nedeni ise daha iyi teoriler ortaya atmaktır. (D32)*"

"*Yasalar gerçek genellemelerdir. Teoriler ise bunların yorumudur. Yasalar ve teoriler birbirine dönüşmezler. (D32)*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimsel bilginin kesin olmadığından, buna yasaların da dahil olduğundan, teorilerin olgulara ilişkin altyapı oluşturduğundan, yeni gözlem verileri ve var olan verilerin yeniden yorumlanması durumunda teorilerin ve yasaların değişebileceğinden, bilimsel bilginin gelişiminde hayal gücü ve yaratıcılığın etkili olduğundan, daha iyisi gelene kadar var olan en iyi ve en açıklayıcı teorilerin yaygın olarak kullanıldığından, teorilerin varsayımlar üzerinden ilerlediğinden, kanıtların toplanmasıyla teorilerin daha güvenilir hale geldiğinden, teorilerin belirli zamanlarda hakim olan paradigmalar içinde değerli olduğundan bahsettikleri görülmüştür.

Mevcut araştırma sonucunda bilgili görüşlerin kontrol grubunda %9.10'dan %3.03'e, deney grubunda ise %43.75'den %31.25'e gerilediği görülmüştür. Bu nedenle deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerini koruduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulguları destekleyen çalışmalar mevcuttur. Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bilgili görüşlerin %75'den %56.3'e düştüğünü belirlemiştir. Araştırmacılar bu bulguyu bilgili görüşlerin korunduğu şeklinde yorumlamıştır. Akerson vd. (2006) bu bileşen özelinde Perry şemasında 1-4 arasında olanların bilgili görüşlerinin gerilediğine, 5-6 arasında olanların ise 1'i hariç bilgili görüşlerini koruduğuna dikkat çekmiştir. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin 10 ay sonra yapılan kalıcılık testinde bu bileşende gerilemenin aksine bilgili görüşlerin %48'den %76'ya yükseldiğini tespit etmiştir. Son olarak Khishfe (2015) uygulamalardan 4 ay sonraki kalıcılık testinde öğrencilerin aşina oldukları senaryoda bilgili görüşlerinin %50'den %37'ye düştüğü, aşina olmadıkları senaryoda ise %42'den %29'a gerilediğini rapor etmiştir. Elde edilen bulguların bu bileşene ilişkin daha uzun süreli uygulamalara ilişkin kalıcılık araştırmalarına ihtiyaç olduğunu gösterdiği söylenebilir.

4.1.2.3.3. Teori ve yasaların farklı türde bilgiler olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan beşinci soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde kontrol grubundaki katılımcıların bağdaştırıcı görüşlerinde herhangi bir değişikliğin olmadığı, bağdaştırıcı olmayan görüşler ve bilgili görüşlerdeki toplam %9.06'lık düşüşün yetersiz görüşlerdeki artışa neden olduğu görülmüştür. Deney grubundaki düşüşlerin ise görece fazla olduğu dikkati çekmiştir. Deney grubunda yer alan katılımcıların bağdaştırıcı ve bilgili görüşlerindeki düşüşün yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerin oranını artırdığı görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K3, K21 ve K28 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilimsel bir yasa kanıtlanabilir deney ve gözlemlerle açıklanabilir ama bilimsel teoriler bir kişinin ortaya attığı bir veridir sadece tam olarak kanıtlanmamıştır. Her an değişebilir bir konumdadır. Bilimsel bir yasanın ise değişebilmesi için ellerinde somut bir şeylerin var olması gerekir. Deney ve gözlemlerle açıklanması gerekir."*
>
> *"Yasa kanıtlanmış olup başkasının üzerinde çalışarak itiraz edemeyeceği akla yatan ve kesin bilimsel çalışmalara denir. Teori ise henüz kanıtlanmamış olup ortaya atılan bilimsel çalışmalara denilir."*
>
> *"Teori ile yasa birbirinden farklıdır. Teori; problemi, veri, hipotez ve deney basamağından sonra sürekli araştırma yapılan kesin sonuç olarak farklılıklar gösterebilen bilgilerdir. Yasa; kesin olarak kanıtlanmış olsa da yine de zamanla değişebilir fakat yasa değişirken yerine getirilen yeni bilginin de kesinliği kanıtlanmıştır."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların yasaların kanıtlandığına; teorilerin ise kişisel fikirler olduğuna, bilimin somut kanıt üretme aracı olduğuna ve dolayısıyla yasaların herkes tarafından kabul edildiğine ve yasa değişse bile onu değiştirme kapasitesi olan bilgilerin kesin bilgiler olduğuna değindikleri görülmüştür. Bu bileşene ilişkin görüşler araştırma başında sıkça görülen yanılgıları anımsatmaktadır.

Bilgili görüşe sahip olan K13 ve K16 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Yasalar tıpkı hipotezler gibi gerçek genellemelerdir. Teoriler bu genellemelerin açıklamalarıdır. Genellemelerin gerçek genelleme olabilmesi bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bu özelliklere sahip*

olmayan genellemeler zamanla yasa olmaktan çıkar. Dolayısıyla teoriler gibi yasalar da değişebilir. Daha fazla kanıt teoriyi daha güçlü hale getirir. Ancak kanıtlara rağmen bilim adamlarının değişimi kolayca kabullenemeyeceğini N ışınları parçasında gördük."

"Yasalar ve teoriler birbirlerinden farklıdır ve kesinlikle birbirinden ayrı düşünülemez. Genelleştirilmiş hipotezler yasalara dönüşebilir. Teoriler değişebilir yasalar onlardan daha az değişir. Teorilere göre daha az varsayıma dayandığı için daha çok kanıtla değişmesi normaldir."

Görüşler incelendiğinde bilgili görüşlere sahip olan katılımcıların bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerden ve tartışmalardan kalıcı şekilde etkilendikleri görülmektedir. Katılımcıların bilgili görüşün gerekliliklerinin yanı sıra hipotez ve yasaların gerçek genellemeler olduğuna, bu genellemelerin taşıdığı gerekliliklerin sağlanamaması durumunda yasaların da değişebileceğine, destekleyici kanıtlar ışığında teorilerin daha güvenilir hale geleceğine, N ışınları okuma parçasında olduğu gibi bilim insanlarının kanıtlara rağmen önyargılı şekilde kanıtları görmezden gelebileceğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan D6, D10 ve D17 kodlu katılımcıların görüşleri ise sırasıyla şu şekildedir:

"Teori ile yasa arasında fark vardır. Yasalar devlet tarafından ya da medya tarafından resmi olarak kabul edilen bilgilerdir. Teoriler ise kabul edilmiştir ama tam olarak değil."

"Bilimsel teori ve yasalar arasından farklar vardır. Bilimsel yasalar bilimsel süreç ve aşama sonuçlarında geçerli, kesin bilgiyi verebilen oluşumlardan meydana gelir. Bilimsel teoriler tartışmaya daha açık fikir alanı daha kapsamlı süreçlerden oluşur."

"Bilimsel teori ile bilimsel yasa arasında fark vardır. Bilimsel teori bilimsel yasanın daha yumuşak hali diyebiliriz. Teori görüşlerimizin birikimidir. Yasa ise daha çok nesneldir."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların yasaların değişmemesini yerel dil faktörüyle açıkladıkları ve bu şekilde yasaları değişmez olarak tanımladıkları, teorilerin yasalara göre tartışmaya açık olduğunu ve teorilerin hiyerarşik olarak daha az güvenilir hali olduğunu düşündükleri görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan D7, D11 ve D15 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"Bilimsel yasa ile bilimsel teori birbirinden farklı şeylerdir. Yani teori kanuna dönüşmez. Yani aralarında hiyerarşik bir yapı yoktur. Yasa olgular arasındaki bağlantıyı bir formül ile ifade eder. Ör; Newton kütle

çekim yasası. Teoriler ise yasalardan daha kapsamlı olup, yasaları belki de temellendirir. Yani olay ve olgular arasındaki ilişkileri daha kapsamlı bir şekilde ele alıp bu bağıntıları temellendirir."

"Teoriler zamanla kanıtlandıkça yasalara dönüşür diye yanlış bir görüş vardır. Yasa kendiliğinden doğada işler. Teoriler yasaları açıklamak için kullanılan hipotezlerden oluşur. Zamanla teoriler yasalara dönüşmez. Yasalar keşfedilir. Teorilerle desteklenmeye çalışılır. Örneğin kütle çekim yasası doğada kendiliğinden oluşmuştur. Newton bu yasayı keşfederek ortaya teoriler attı. Bu teorilerle yasayı açıklamaya çalıştı. Yani teorilerle yasalar birbirinden farklıdır."

"*Teori ile yasa arasında fark vardır. Teoriler daha çok varsayımlara dayanan bilimsel bilgilerdir. Oysa yasa denklemleri vb. birçok yollarla desteklenmiş bilgilerdir. Örneğin Coulomb yasası ile denklemler kurulup tekrar aynı sonuçlar elde edilebilir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların teorinin yasaya dönüşmeyeceğine, yasaların olgular arasındaki ilişkiyi ifade ettiğine, teorilerin yasalardan daha kapsamlı olduğuna, yasaları açıklamaya çalıştığına ve teorilerin yasalara göre daha çok varsayım içerdiğine değindikleri görülmüştür.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerin kontrol grubunda %9.10'dan %6.10'a, deney grubunda ise %21.875'den %15.625'e gerilediği görülmüştür. Bu bulgular ışığında bilgili görüşlerin korunduğu söylenebilir. Bu araştırmadan elde edilen bulguları destekleyen bulgulara rastlanmıştır. Örneğin, Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bilgili görüşlerin oranın değişmediğini ve bu görüşlerin korunduğunu tespit etmiştir. Benzer şekilde Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin 10 ay sonra yapılan kalıcılık testinde bu bileşende yalnızca %80'den %76'ya düştüğünü ve görüşlerin korunduğunu belirtmiştir. Akerson vd. (2006) Perry şemasında 1-4 arasında olanların tamamının bilgili görüşlerinin korunduğunu, 5-6 arasında olanların ise 1'i hariç kalıcılığı sağladığını rapor etmiştir.

4.1.2.3.4. Bilimsel bilginin teori kökenli olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan sekizinci soruya verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların bağdaştırıcı ve bilgili görüşlerinin her birinin %9.09 azaldığı ve bu düşüşün ağırlıklı olarak yetersiz görüş olmak üzere, bağdaştırıcı olmayan ve yetersiz görüşlere artış olarak yansıdığı görülmüştür. Benzer bir

durum deney grubunda da görülmektedir. Bağdaştırıcı ve bilgili görüşlerdeki benzer orandaki düşüşler bu kez ağırlıklı olarak yetersiz görüş yerine bağdaştırıcı olmayan görüşe dönüşmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K1 ve K19 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilimde öznel görüşlere ve yaratıcılığa yer verilmemelidir. Dinozorlarla ilgili aynı kanıtlara sahipler ama aynı verileri farklı yorumluyorlar. Sonuçta iki taraf da o zamana gidip olayı göremeyeceği için değişen bir şey olmayacak. Bu nedenle çalışma sonuçları birbirinden farklılık gösteriyor.*"

> "*Farklı sonuçlar bulmaları ama iki hipotezin de bir patlama sonucu oluşmasıyla araştırma sonuçlarında da sayılarının tükenmesinde bir dizi olaylar gerçekleşmesi farklı çıkarımların da farklılaşması sonucunda oluşmaktadır.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimsel alanda hayal gücü ve yaratıcılığa yer olmadığına, dinozorların neslinin tükenmesi ile ilgili olarak o zamana gidilemeyeceği için gerçek nedenin hiçbir zaman bilinemeyeceğine, tekrar gözlenemeyecek bir olay için görüşler sunmaya gerek olmadığına değindikleri görülmektedir. Özetlemek gerekirse, katılımcıların konuya ilişkin teorilerin açıklayıcı gücünün farkında olmadıklarının dikkati çektiği görülmektedir.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K4 ve K33 kodlu katılımcıların görüşleri sırayla şu şekildedir:

> "*Bilim insanları aynı konu üzerinde aynı veriler ile çalışma yapıp farklı çıkarımlara ulaşmasının nedeni bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarının ön planda tutulması, gözlemlerin ve çıkarımların birbirinden farklı olması farklı sonuçları elde etmelerine neden olmuştur.*"

> "*Bilim insanları tartışmaya açık insanlar değillerdir. Eğer birbiriyle tartışmış veya konuşmuş olsalardı aynı sonuca ulaşabilirlerdi ve bilim insanlarının hayal güçleri birbirinden farklı olduğu için farklı sonuca ulaşmış olabilirler.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların aynı sonuçlara ulaşılamamasını ve aynı olaya ilişkin farklı görüşlerin ortaya çıkmasını bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmasına bağlamaktadır. Onlara göre eğer hayal gücü ve yaratıcılık kullanılmasaydı veya çıkarımlara gidilmeseydi eninde sonunda aynı neden üzerinde hemfikir olacaklardı. Özetle, genel olarak katılımcıların benzer sonuçlara ulaşılamamasını hayal gücü ve yaratıcılığa bağladıkları ve çıkarımlarla birlikte sonuçların farklılaştığı gerekçesine dayandırdıkları söylenebilir.

Bilgili görüşe sahip olan K11 ve K16 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Gözlem ve çıkarımlar birbirinden farklıdır. İki insan aynı konuyu araştırıp inceleyip sonuçlandırabilir. Ama aynı sonuçlara ulaşacağını kesin söyleyemeyiz. Çünkü insanların düşünceleri, yorumları, hayal güçleri ve ortamdan etkilendikleri farklıdır. Bu da farklı sonuçlara ulaşılacağını gösterir. Farklı sonuçlar farklı çıkarımlar yapılmasına sebep olur.*"

> "*Bilim insanlarının fikirleri, düşünceleri farklı olabilir bu sadece bilim insanları değil diğer farklı insan da farlı düşünebilir. İki insana aynı verileri vererek farklı sonuçlar çıkarılabilir. Farklı düşünceler veya farklı bilgiler de çıkabilir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların benzer verilere sahip olunsa bile aynı sonuçlara ulaşılamayabileceğine, bilim insanlarının tartışmaları sırasında öne sürdükleri görüşlerin çevreden etkilenerek oluştuğuna, bilim insanlarının fikirlerinin ve bakış açılarının farklı olmasının ulaşılan sonuçları farklılaştırabileceğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan D9, D26 ve D28 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Çünkü bu sonuçlara ulaşırken farklı yöntemler kullanmışlardır. Araştırma süreçleri farklıdır. Bu yüzden farklı sonuçlara ulaşılıyor.*"

> "*Bilim insanları dinozorların soyunun tükenmesi hakkında iki hipotez ortaya atıyorlar. Bence iki hipotez de gözleme kapalı çünkü olayın olduğu zamana gidip olayı görmedikleri sürece emin olamazlar. Fosillere bakarak fikir sahibi oluyorlar ama fosiller tek başına yetersiz. Mağara duvarlarındaki dinozor resimlerine bakıp dinozorun şeklini tahmin etmiş olabilirler.*"

> "*Bilimsel araştırmalar sonucunda varılmış kanılardır. Yapılan bireysel gözlemler ortaya çıkan fosil kalıntılarının incelenmesiyle farklı görüş ve düşünceye sahip bilim adamlarının kendi araştırmaları sonucu bulguları veya varsayımları savunması sonucu oluşmuştur.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların farklı sonuçlara ulaşılmasını; farklı yöntemlerin kullanılmasına, araştırma süreçlerinin farklılaşmasına, bulunan fosillere, mağara duvarındaki resimlere değindikleri ve olayın tekrar gözlenememesi nedeniyle iki farklı teori kurulmasının gereksiz olduğu çünkü bir tek gerçekliğin olabileceği varsayımıyla teorilerin açıklayıcı gücünü önemsemedikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşlere sahip olan D5, D16 ve D27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilimsel veriler aynı olabilir ama bilim insanları bilimsel verileri farklı yorumlar yaparak farklı çıkarımlarda bulunabilirler. Bu durum bilim insanlarının hayal gücüyle de ilgilidir. Farklı görüşler bilim insanlarını nesnel bilimsel bilgiden uzaklaştırmaz.*"

"*Bilim insanlarının gözlem ve çıkarımları birbirinden farklı olabilir. Bilim insanları yaşantıları, çevreden de etkilenebilirler. Bu etkilenmelerde çıkarımların farklı olmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca kişilerin hayal gücü ve yaratıcılıkları da birbirinden farklı olduğu için sonuçlar farklı olabilir.*"

"*Bilim özneldir. Bu yüzden de bilim insanları aynı şartlarda çalışsalar bile farklı sonuçlara ulaşabilirler. Sosyal ve kültürel ortamdan etkilenebilirler sonuçları da bu yüzden farklılık gösterebilir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların yorumların ve çıkarımların verileri yorumlama da önemli olduğuna, hayal gücü ve yaratıcılığın yanı sıra çıkarımlarda bulunmanın bilginin bilimsel olup olmamasına zarar vermeyeceğine, çıkarım ve yorumlamaların yaşanılan çevrenin etkisiyle farklılaşabileceğine değindikleri görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan D7, D23 ve D31 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*En başta kabul ettikleri temel varsayımlar ve önyargılar vardır. Daha sonra hayal gücü ve yaratıcılık da bu farklı görüşlerin ortaya çıkmasında etkili olmuştur belki tüm bunlardan önce verilerin farklı yorumlanması vardır çünkü aynı veriler ortada olmasına rağmen farklı yorumlamalar bizi farklı yerlere götürecektir. Yorumlamayı yapan kişilerin geçmiş yaşantıları ve bakış açıları çok önemlidir. Çünkü tüm bilimsel bilgiler insan zihninin ürünüdür. Bu yüzden tüm bilgiler teori kökenli olmak zorundadır.*"

"*Farklı insanların elindeki veriler aynı olsa bile insanların farklı yaşam süreçleri, kültürel alanları vb. birçok nedenden dolayı farklı sonuçlar doğurur. Her insanın duygu ve düşünceleri kendine özgü olduğu için farklı çıkarımlar ortaya çıkar.*"

"*Farklı çıkarımlara ulaşmalarının nedeni bu sonuçlara kadar gelince yaşanmışlıkları, kültürel ortamları, duygu düşünceleri vs. etkili olmuştur. Belki birinin hayal gücü daha geniş daha farklı şeylerle ilişkilendirip farklı bir çıkarıma ulaşmış olabilir. Sonuçta herkes aynı sonuca ulaşmak zorunda değildir.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının çalışmalarına önyargı ve varsayımlarla başladığına, hayal gücü ve yaratıcılıklarını da kullanarak aynı verilere ilişkin farklı sonuçlara ulaşabileceklerine, tüm bilimsel bilgilerin insan zihninin bir ürünü

olduğuna ve bu nedenle tüm bilgilerin teori kökenli olduğuna, kültürel ortamların ve duygusal durumun bu yorumlamaları etkilediğine değindikleri görülmüştür.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcıların bilgili görüşlerinin kontrol grubunda %15.15'den %6.06'ya, deney grubunda ise %18.75'den %9.375'e gerilediği görülmüştür. Bu nedenle bilgili görüşlerin korunduğu söylenebilir. İlgili alan yazında benzer sonuçlara ulaşan çalışmalara rastlanmıştır. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin 10 ay sonra yapılan kalıcılık testinde bu bileşende %52'den %57'ye yükseldiğini tespit etmiştir. Bir başka ifadeyle bilgili görüşlerin korunduğu anlaşılmıştır. Bilgili görüşlerin korunduğu bir diğer çalışmada Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bu bileşendeki bilgili görüşlerin %68.8'den %50'ye düştüğünü tespit etmiştir. Araştırmacı bu bulgudan yola çıkarak bilgili görüşlerin korunduğunu savunmuştur. Akerson vd. (2006) Perry şemasında 1-4 arasında olanların yalnızca 2'sinin bilgili görüşlerini koruduğu, 5-6 arasında olanların ise 1'i hariç bilgili görüşlerini korudukları görülmüştür. Mevcut araştırmadan elde edilen bulgularla örtüşmeyen bulgular da mevcuttur. Khishfe (2015) lise öğrencilerinin çoğunun kalıcılığı sağlayamadığı sonucuna ulaşmıştır. Gerçekleştirdiği çalışmada öğrencilerin aşina oldukları senaryoda bilgili görüşlerinin %83'den %46'ya, aşina olmadıkları senaryoda ise %76'dan %46'ya gerilediklerini tespit etmiştir. Sosyobilimsel konular yoluyla gerçekleştirilen bu çalışmada elde edilen düşük kalıcılık oranları mevcut araştırmada da sosyobilimsel konuların kullanılmış olması nedeniyle dikkate alınması gereken bir konudur.

4.1.2.3.5. Bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan son soruya verilen yanıtlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz üçlü kategorilendirme ile gerçekleştirilmiştir. Bulgular incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların bağdaştırıcı görüşlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı, bilgili görüşteki %6.06'lık düşüşün yetersiz görüşlere artış olarak yansıdığı görülmüştür. Bir başka ifadeyle bilgili görüşlerdeki görüşün %6'lık bir oran haricinde

korunduğu görülmüştür. Deney grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerindeki %15.625'lik düşüşün genel olarak bağdaştırıcı görüşlere gerilediği görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan K16, K22 ve K29 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Evet, hayal gücünü ve yaratıcılığı araştırmalarının büyük bir bölümünde kullanıyorlar. Einstein hayal gücünü kullanarak $E=mc^2$'yi bulmuştur.*"
>
> "*Evet, çünkü yaratıcılık ve hayal gücün olmadan zaten bir bilim insanı olamazsın dünyada neyi başarmaya çalışırsan çalış merak ve hayal gücüne bağlıdır böyle olunca yapmak istediği deneyleri gözlemleri daha iyi yapar ve böylece daha faydalı işler yapar.*"
>
> "*Yolda yürürken taşın nasıl oluştuğunu düşünen bir bilim insanı düşünelim. Önce kafasında hayal eder daha sonra deney hipotez oluşturabilir. Yani hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların hayal gücü ve yaratıcılığın araştırmaların büyük bir kısmında kullanıldığına, hayal gücünü kullanmayan bir bilim insanı olamayacağına, hayal gücünü kullanmanın gözlem yapmayı ve hipotez kurmayı önceledığine değindikleri görülmüştür. Özetle, katılımcıların bilim insanlarının yaratıcılıklarını araştırmacıların belirli aşamalarında kullandıklarını ifade etmektedir.

Bilgili görüşe sahip olan K3, K13, K26 ve K27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> "*Bilim insanlarının özellikle planlamada ve düzenlemede hayal güçlerinden yararlandığını düşünüyorum. Bilim insanları bir araştırmanın gerçekleşmesi için başta hayal güçleriyle hareket edebilirler. Veri toplandığı zaman yaratıcılıklarını kullanabilirler ve bu süreç araştırmanın sonuna kadar böyle devam edebilir. Örneğin hayal etmezsek bir şeyleri gerçekleştiremeyiz ilk önce hayal etmeliyiz sonra da hayallere ulaşmak için çaba sarf etmeliyiz.*"
>
> "*Bilim insanları çalışmalarının her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmaktadır. Çünkü bilimsel bilgi birçok basamaktan oluşmaktadır. Bilimsel bilgi özneldir kuramlara bağlıdır sosyokültürel ortamdan etkilenir. Yaratıcılık ve hayal gücüne bağlıdır. Thomson'un atomu elektron ve protonları üzümlü kek benzetmesi hayal gücü ve yaratıcılık kullandığını gösterir.*"
>
> "*Evet tabi ki kullanmaktadır. Veri toplama ve veri topladıktan sonra da yaratıcılık ve hayal gücünü kullanabilirler. Bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıklarını problemin tespitinde, veri toplamada ve veri toplandıktan sonra da kullanabilirler.*"
>
> "*Bilim insanları da diğer bütün insanlar gibi hayal gücü ve yaratıcılıklarını fazlasıyla kullanmaktadır. Öncelikle problem tespit*

ediliyor, gözlem yapmaya başlıyorlar deney sonuçlarını ve hipotezleri kıyaslayabilmek için çalışmalar yaparlar. Tüm bu sürece hayal gücü ve yaratıcılık ister istemez karışır."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının araştırmalarının tüm aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılığa ihtiyaç duyduklarını çeşitli örneklerle desteklemişlerdir.

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı görüşe sahip olan D12, D17 ve D27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilimsel bilgiler oluşturulurken bilim insanları kesinlikle hayal güçlerinden yararlanırlar. Hayal gücü ve üretkenliklerini özellikle planlama ve değerlendirme basamaklarında kullanılırlar.*"

"*Bilim benim düşünceme göre gözlem ve deneylerden çok hayal gücü ve yaratıcılığa dayanır. Bilim adamı bilimin içerisinde yaratıcılığı kadar yer alır. Yaptığı bir gözlemi hayal gücünü kullanarak diğer işlemlere dökmektedir.*"

"*Bilimsel bilgi akıl yolu ile ulaşılan olgulardır. Bilim insanları da yer yer hayal gücü ve yaratıcılıkları ile bilgilerine, çalışmalarına yön verebilirler.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının özellikle planlama ve değerlendirme aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarına, bilimin yöntemler reçetesinden ziyade hayal gücü ve yaratıcılığa dayanan bir etkinlik olduğuna, bilim insanlarının yer yer hayal gücü ve yaratıcılığa başvurduklarına değindikleri görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan D5, D7 ve D22 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim insanları bu araştırmaları boyunca yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanmaktadır. Yaratıcılık ve hayal gücünü kullanmayan bir bilim insanı bilimin gelişim ve değişimine katkıda bulunmaz.*"

"*Hayal gücü ve yaratıcılığın bilimde önemli bir yere sahip olduğunu, bilim insanının bilimsel bilgiyi üretirken bundan oldukça yararlandığını öğrendik. Bilim insanları bir yapbozun parçalarını bir araya getirmek gibi doğrudan gözlem imkanının olmadığı alanlarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmaktadırlar.*"

"*Yaratıcılık ve hayal gücü olmadan bilim insanı olamazsın. Merak ve hayal gücü olmadan bir görüşü savunacak yeterlilikte olamazsın.*"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıktan sıkça yararlandıklarından, doğrudan gözlem imkanının bulunmadığı

durumlarda işlevsel olduğundan ve hayal gücü ve yaratıcılık kullanılmadan bilim insanı olunamayacağından bahsettikleri görülmüştür. Doğrudan gözlem imkanının bulunmadığı durumlarda teorilerin açıklayıcı gücünün hayal gücü ve yaratıcılıkla ilişkilendirilmiş olması önemlidir. Bu durum ilgili görüşe sahip olan katılımcının bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen etkinliklerden öğrendiği bilgiyi kalıcı olarak edindiği çıkarımını yapmamıza imkan vermektedir.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde katılımcıların bilgili görüşlerinin kontrol grubunda %18.18'den %12.12'ye, deney grubunda ise %43.75'ten %28.125'e gerilediği görülmüştür. Bu bulgular doğrultusunda bilgili görüşlerin korunduğu söylenebilir. İlgili alan yazın incelendiğinde bu görüşü destekleyen bulgulara ulaşılmıştır. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin uygulamalardan 10 ay sonra bu bileşendeki bilgili görüşlerinin %40'dan %29'a gerilediğini tespit etmiştir. Araştırmacı bu bulguyu bilgili görüşlerin korunduğu şeklinde yorumlamıştır. Benzer şekilde Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bilgili görüşlerin %75'den %62.5'e gerilediğini ve görüşlerin korunduğunu belirtmiştir. Perry şemasına göre analiz yapan Akerson vd. (2006) ise ilgili şemada 1-4 arası basamaklarda yer alanların bilgili görüşlerinde gerilemelerin olduğunu, 5-6 arası basamaklarda olanların ise tamamının bilgili görüşlerini koruduklarını sonucuna ulaşmıştır. Bu bulgu şemadaki üst basamakların üst bilişsel düzeyde yer alması ve mevcut araştırmada da üst bilişsel stratejilerin kullanılmış olması bakımından önemlidir. Bu nedenle üst bilişsel stratejilerin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesinde önemli bir aracı olduğu söylenebilir.

4.1.2.3.6. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan altıncı ve yedinci sorulara verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz son testlerde olduğu gibi dörtlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır. Bulgular incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinin korunduğu, bağdaştırıcı olmayan ve bağdaştırıcı görüşlerdeki düşüşün yetersiz görüşlere artış olarak yansıdığı görülmüştür. Bu artış özellikle bağdaştırıcı olmayan görüşlerden yetersiz görüşlere geçiş şeklinde gerçekleşmiştir. Deney grubunda

yer alan katılımcıların bilgili ve bağdaştırıcı görüşlerindeki düşüşün bağdaştırıcı olmayan ve yetersiz görüşlere artış olarak yansıdığı görülmüştür. Bu artış ise özellikle yetersiz görüşler lehine gerçekleşmiştir.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşlere sahip olan K8 ve K21 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim adamları atomun yapısına karar verirken hayal güçlerinin ve yaratıcılığın etkisini kullanmaktadır. Bu yapıyı ders kitaplarına aktarmak ve öğrencilerin zihnine yerleştirmek için o yapının somutlaştırılmış halini kullanarak yani karar verdikleri yapının en yakın olarak benzeyen şekle göre karar verirler. Somutlaştırılamazsa öğrenci zihninde oluşmayabilir. (K8)"*

> *"Bilim insanları gözlemleri sonucunda bazı canlıların birbirine benzediğini gözlemlemiş, benzeyen canlıları diğerlerinden ayırarak sınıflamış daha sonra benzer özelliklerine göre gruplamış sonra bu canlıların bazılarının benzediğini fakat aynı özellikleri taşımadığını görmüş ve bunları diğerlerinden ayırarak kategorileştirmiştir. Sonra bu canlıların benzer özelliklerine göre genel bir ifade olan tür olarak tanımlamışlardır. (K8)"*

> *"Bilim insanları evrende meydana gelen olaylara karşı büyük bir merak içerisinde girerler. Bu yüzden gerçeği görmek için deneyler yaparlar bu şekilde atomun yapısı hakkında emin konuşurlar atomun yapısını herhangi bir şekle benzetmesi yaptıkları deneylerin sonucunda bulduğu bilgileri görselleştirmek amacıyla benzetimlerde bulunurlar. (K21)"*

> *"Hayvanlar üzerinde yapılan deneyler sonucunda tür kavramı ile ilgili düşüncelerinde emin olmaktadırlar. Bilim insanları türün ne anlama geldiğine karar verirken ata bireylere benziyor mu ve aynı kalıtsal materyaller dölde var mı yok mu buna bakarak karar veriyorlar. (K21)"*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların atomların şeklinin ders kitaplarında yer aldığı için kesin olarak belirlenmiş olduğuna, atomun görüntüsünün somutlaştırılmış hale getirilmesi gerektiğine, somutlaştırılmazsa öğrencilerin atomu anlayamayacağına, atomun yapısının deneyler yoluyla tespit edildiğine; türün uzun araştırmalar sonucunda görüldüğüne ve test edilebildiğine değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan K19 ve K27 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Fen bilimleri ders kitaplarında bu ifadeleri kullanmaları soyut olan kavramı somutlaştırmak amaçlı öyle ifadeler kullanmışlar öğrencilere somutlaştırmak için benzetmeler dahi yapmışlardır. Bilim insanları atomun yapısını atomu parçalayıp incelenmesinden yani deney yaparak emin olabilmektedirler. Bilim insanlarının atomun neye benzediğine karar*

verirken doğal hayatta çevrede atomun yapısına benzeyen şekillerinin aynı olması gibi kanıtları kullandıklarını düşünüyorum. (K19)"

"Fen bilimleri ders kitaplarında tür kavramını bilim insanlarının gözlem, araştırma, inceleme sonucu ortaya koydukları özelliklerin birbirine benzer organizmaların oluşturduğu sonuçlarla kanıtlara ihtiyaç duyarlar. (K19)"

"Çeşitli mikroskobik deneyler bilim insanlarının atomun yapısı hakkında emin düşünmelerini sağlamıştır. Bilim insanları tarafından birçok teori ortaya atılmış ve o teoriler üzerinde çalışılarak teoriler çürütülüp bir yenisi gelmiştir. (K27)"

"Tür kavramı değişerek bu hali almıştır. Çeşitli deney ve gözlemler sonucu kurulan hipotezlerle türün tanımı ortaya çıkmıştır. Bütün benzer özellikte ve farklı özellikte olan canlıları deneye tabi tutup yapılan gözlemlerle tür tanımı oluşmuştur. (K27)"

Görüşler incelendiğinde atom kavramının somutlaştırılması gerektiğine, atomun parçalanıp şeklinden emin olunduğuna, emin olmaya çalışırken benzetmelere başvurduklarına, güçlü mikroskoplarla atomun tam şeklinin tespit edildiğine; kitapta yer aldığına göre türün test edildiği ve kanıtlandığına değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve yetersiz görüşlere sahip olan D6 ve D13 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Çünkü en son yapılan çalışmalar onu gösteriyor. Yapılan deneyler, gözlemler sonucu bilim insanları bu tür bilgileri kesin olarak söylüyor. Bilim insanları atomu güneş sistemine benzetiyor. Çünkü insanlara somut bir bilgi ile bilgilendirmesi gerekiyor. Böylelikle insanlar daha çok inandırıcı olur. (D6)"*

"Aynı özellikleri gösterdiği için bilimsel bilgi olarak tür adı verilmiş ve bunu diğer aynı özellikleri göstermeyen diğer canlılardan ayırmak için böyle bir kanıya varılmıştır. Bilim insanlarının bunu böyle kesin konuşmalarının sebebi çünkü yapılan çalışmalar sonucu en son bilgileri bize anlatıyorlar. Onun için kesin konuşuluyor ama ileride değişirse o zaman bilgileri değişip yeni bilgi için kesin konuşacaklardır. (D6)"

"Yaptıkları araştırmalar deneyler üzerine emin olmuşlardır. Üzümlü kek örneği atom için düşünülmüştür. Elektronları güneşin etrafında dönen gezegenler olarak düşünürlerdi. Bu araştırma ve deneyler bir kere yapıp doğru budur diye düşünülmedi. Tekrar tekrar yapılıp doğruluğu kanıtlanıp nesnel bir yargı haline geldi. (D13)"

"Canlılar birbirleriyle benzerlik gösterdiği için onların bir ortak noktaları olduğunu düşünmüşlerdir. Bunun için çiftleşme yaparak verimli döl ürettiklerinde bu olaya tür demişlerdi. Bu kavramlar hemen bulunmamıştır. Zaman içerisinde oluşturmuştur. Deney yaparak kanıtlamak istemişlerdir. (D13)"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların kontrol grubundaki görüşlere benzer şekilde atomun görülebildiğine, deneyler yoluyla atomun şeklinin kanıtlandığına; türün kesin olarak kanıtlanmış bir kavram olduğuna değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan D9 ve D17 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim insanları araştırmalar, gözlemler, birtakım bilgilerle bu sonuca ulaşmışlardır. Mesela Thomson atomu keke benzetmiştir. Kekin içindeki üzümleri elektronlara kekin diğer kısmına proton yüklü demiştir. Daha sonra mesela diğer bilim insanları Rutherford, Bohr daha farklı düşünmüşlerdir. Bilim insanları karar verirken merak, araştırma, gözlem, deneyler gibi kanıtlar kullanırlar. (D9)"*

> *"Bilim insanları hemen bu sonuca varmadılar. Bir süreç izlediler. Araştırmalar, incelemeler, gözlemler yaparak bu sonuçlara ulaşmışlardır. Hatta deneyler kullanarak da ulaşırlar. Deneyler, gözleme ihtiyaç duyarlar. (D9)"*

> *"Günümüze kadar atom hakkında bir sürü araştırma deney, gözlem yapılmış hipotezler kurulmuştur. Hazır bilgi halinde sunulmayıp çeşitli yollardan geçerek en mantıklı en nesnel bir bilgiye ulaşılıp fen kitaplarına konulmuştur. Bilim insanlarının gerek verileri gerekse farklı verileri kullanarak aynı sonuçlara ulaşmaları bu bilgiden tüm insanlığı emin yapmıştır. (D17)"*

> *"Bir önceki soruda da belirttiğim gibi bilim aynı sonuçlara ulaşması bu bilgiden emin kılmıştır. Türün ne anlama geldiğine karar verirken hayvanlar alemini inceleyen bilim adamları ortak bir paydada buluşmuşlardır. (D17)"*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının atomun şekline ve türün yapısına deneyler yaparak ulaştıklarına, bu kavramlara ilişkin bilgilerin en nesnel bilgiler olduğu ve bu nedenle ders kitaplarına konulduğuna değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D7, D12, D14, D15 ve D22 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Zamanla bu şekilde şekillenmiştir. Yani bilim insanları madde ve maddenin yapısıyla ilgili olarak araştırmalar yapmıştır. Hep bu maddenin ne olduğu ve nasıl olduğunu anlamaya çalışmışlardır. Bu aşamaya gelmeden önce atom ile ilgili farklı görüşler mevcuttu. Mesela Dalton modeli daha sonra Thomson modeli… Her seferinde yeni veriler ışığında atom modelinde değişmeler yaşanmıştır. Araştırmalar ve deneyler bu değişimde önem arz etmektedir. Aynı şekilde yeni verilerin yorumlanmasında atom modelindeki eksik yanları ortaya çıkarmıştır ve yine zamanla teknolojik gelişmeler ile daha iyi gözlemler yapılmış ve bu gözlem sonuçları da bu model değişim sürecine katkı da bulunmuştur. Her seferinde yeni verilerin elde edilmesi ve bu veriler ışığında modelin eksik*

olduğunun anlaşılmasıyla yeni modeller geliştirilmeye çalışılmış fakat yine eksikliği ortaya çıktığında yine değişime uğramıştır ve günümüze kadar böyle gelmiştir. Şimdi ise tüm bunlar değerlendirilmiş ve teknolojik desteklemelerle artık atom modeli bu şekilde kabul edilmektedir. Fakat yine de bu kesindir diyemeyiz. Çünkü mesela son zamanlarda artık elektronların diziliş biçimi ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. (D7)"

"İnsanlar canlıları sınıflandırma ihtiyacı duymuşlar en başta. Yani bu alanla ilgi olan en başta mesela Aristo basit bir sınıflandırma yapmaya çalışmıştır. Tabi ki sınıflandırma yapılırken en son türe geliniyor ve türün ne olduğu açıklanmaya çalışılıyor. Bu şekilde sınıflandırma bu günkü hale gelmiştir. Türü ifade ederlerken en başta özellikler üzerinden gidiliyor. Alemden türe ifade ederlerken en başta özellikler üzerinden gidiliyor. (D7)"

"Bilim adamları bir karara varırken çeşitli gözlemlerden yararlanılır. Gözlemler birçok açıdan etkilenir. Bunlar; kültür, yaşayış biçimi, bilimsel basamaklardaki konular da olabilir. Hayal gücü benzetimler açısından önemlidir. Sentez yeteneklerini kullanarak çeşitli sonuçlara varırlar. Birçok gözlemden sonra yaptıkları çıkarımlarla bir modele ulaşırlar. (D12)"

"Bilim adamları "tür" kavramını açıklarken çeşitli gözlemlerinden yararlanmışlardır. Bu gözlemler uzun zamana yayılmıştır. Bu kavramı oluşturabilmek için birbirinden farklı birçok denekle çalışmışlardır. Olumsuz sonuçlardan yola çıkarak olası sonuçları değerlendirmişlerdir. Ortak görüşleri dikkate alarak tür diye bir şey yaratmışlardır. (D12)"

"Şu an atomun yapısı bir bilim olarak kullanıldığına göre daha önce birçok gözlemlere, deneylere, verilere tabi tutularak yapılmıştır. Bundan yola çıkarak bilim insanları hayal gücünden de faydalanarak onu somut bir şeylere benzetmek istemişlerdir. Gözlemler, deneyler kurulan hipotezler ve bunlar hakkındaki çıkarımlar bilim insanlarının faydalandığı kanıtlar olmuştur. (D14)"

"Bilim insanları yine aynı şekilde tür kavramını oluştururken bilimsel basamaklardan faydalanmışlardır. Yaptıkları gözlemler, canlıların yaşam döngüsü ile ilgili gözlemleri ve deneyleri sonucu bu bilgilere ulaşmışlardır. Ama bu bilgilerin ucu açıktır. Belirli bir türü ait olan bir koyunun gerçekte o türe ait olmadığı ortaya çıkabilir. (D14)"

"Burada bilim insanının hayal gücü ve üreticiliği ön plandadır. Elde ettiği verilere göre hayal gücünü de kullanarak böyle bir düzen olduğunu öne sürmüş ve kabul görmüştür. (D15)"

"Yaptıkları gözlemlerle çıkarımlarda bulunuyorlar. Yani benzer öz varsa ve verimli döl veriyorsa tür deyip bunların insanların zihninde karmaşaya yol açmayıp daha iyi kodlamaları için gruplandırmış olabilirler. (D15)"

"Bu kesin değildir. Bilim insanları böyle bir tahminde bulunmaktadır. Bilim insanları bu görüşleri söylerken deney ve gözlemlerden yararlanmışlardır. Kanıtlar bu görüşleri çoğunlukla desteklediği için bunu savunmuşlardır. (D22)"

"Türün ne olduğunu uzun bir zaman diliminde inceleyip, gözlemlerini ve deneylerini yorumlayarak bu kanıya varmışlardır. Bu nedenle yeni kanıtlar elde edildikçe türün tanımı da değişebilir. Sonuçta o da bir bilimsel bilgidir ve değişebilir. (D22)"

Görüşler incelendiğinde katılımcıların atomların yapısının kesin olarak bilinmediğine, çıkarımlar yoluyla benzetmeler yaptıklarına, tür tanımının esnek olduğuna ve istisnalar içerebileceğine ve en önemlisi türün de bir kavram olarak bilimsel bilgi olduğuna ve dolayısıyla değişebilir olduğuna değindikleri görülmüştür. Görüşlerinde tutarlı olmayan görüşlere de rastlandığı için katılımcılar bağdaştırıcı görüşe kodlanmıştır.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların son testlerde bu bileşenlerde gelişim gösterememeleri nedeniyle kalıcılıklarının da belirlenmediği görülmüştür. Bununla birlikte, deney grubunda ise bilgili görüşlerin %15.625'ten %9.375'e gerilediği görülmüştür. Bu nedenle üst bilişsel stratejilerin kullanıldığı deney grubunda katılımcıların bilgili görüşlerinin korunduğu sonucuna ulaşılabilir. Buna benzer bulgulara ulaşan çalışmalardan birinde Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bu bileşende bilgili görüşlerin %50'den %62.5'e yükseldiğini tespit etmiştir. Benzer şekilde araştırmacılar bu bulguyu bilgili görüşlerin korunduğu şeklinde yorumlamıştır. Akerson vd. (2006) ise bu bileşende Perry şemasında 1-4 arasında olanların 3'ü hariç önceki görüşlerine geri döndükleri, 5-6 arasında olanların ise tamamının bilgili görüşlerini koruduklarını rapor etmiştir. Bu bulgu ile birlikte mevcut araştırmadan elde edilen bulgular üst bilişsel stratejiler ile bilimin doğası anlayışları arasındaki olası ilişkiyi kuvvetlendirmektedir.

4.1.2.3.7. Bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşenine ilişkin bulgular ve tartışma

Bu bileşene yönelik analizler bilimin doğasına ilişkin görüşler ölçeği formunda yer alan sekizinci soruya verilen yanıtlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu bileşendeki analiz son testte olduğu gibi dörtlü kategorilendirmeye uygun şekilde yapılmıştır. Bulgular incelendiğinde kontrol grubunda yer alan katılımcıların %21.21'lik bilgili görüşlerinin yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlere dönüştüğü görülmüştür. Bu dönüşüm özellikle bilgili görüşten bağdaştırıcı olmayan görüşe doğru gerçekleşmiştir.

Deney grubunda yer alan katılımcıların ise bağdaştırıcı ve bilgili görüşlerindeki düşüşün yetersiz ve bağdaştırıcı olmayan görüşlerdeki artışa yansıdığı görülmüştür.

Kontrol grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan K11 ve K28 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilimin sosyal ve kültürel değerlerin yansıttığına inanmıyorum. Örneğin, bir konu üzerinde çalışma yapılacak ortamdan, sosyal ve kültürel değerler çalışmaları etkiler. Bu yüzden sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Ama bu değerler bilime karıştırılmamalıdır."*

> *"Bilimsel bilgi evrenseldir. Herkes için geçerlidir. Araştırma yapılırken farklılıklar gösterip sosyal çevreden etkilenebilir fakat bilgi yani son ve evrenseldir."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanmadıklarına, bilimin bu değerlerden ayrı tutulması gerektiğine, bilimin evrensel olarak geçerliği olan bir etkinlik olduğuna, herkes için geçerli olduğuna ve bunu kimsenin yadsıyamayacağına değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı olmayan görüşlere sahip olan K4, K6 ve K26 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim sosyal ve kültürel değerleri az da olsa yansıtır. Örnek olarak bir bilim adamı kendi döneminde savaşlar vb. olaylar yaşanmışsa bilim adamı bu değerleri çalışmalarına da yansıtmaz demek doğru olmaz. Bilim adamları üretildiği kültürün akla uygun normlarını da yansıtmaktadır. Mesela Hindistan çevresinde çalışan bir bilim adamı çalışmalarını inekle yapmak ister ama o kültürün değerlerinin buna izin vermemesi buna örnek olarak verilebilir."*

> *"Bilim bazen sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Eğer etkilenmemiş olsaydı birçok bilim insanı düşünceleri nedeniyle dışlanmaz ya da ölüme tabi tutulmazdı."*

> *"Bilim, bilim insanının yaşadığı çevrenin sosyal ve kültürel değerlerinden etkilenir. Banyoda küvette yıkanan Arşimet, kendi ağırlığı kadar su taşırdığımı görünce suyun kaldırma kuvvetini bulmuştur."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimin sosyal ve kültürel değerleri az da olsa yansıttığına, bilimin kültürel normları içerdiğine, geleneklerin bilim yapma pratiğine etkilerinin olduğuna, bilime olan bakış açısının bölgeden bölgeye farklılaştığına değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan K13 ve K23 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"Arşimet'in sıvıların kaldırma kuvvetini bulurken Yunan toplumunun sosyal ve kültürel ortamından etkilenmiştir. Newton yer çekimini bulurken dönemin sosyal ve kültürel toplumunda etkilenmiş büyücülük falcılık olarak toplum tarafından dışlanmıştır. Einstein öğrenme güçlüğü veya anlama sorunu olan bir çocuk olarak görülmüş okuldan atılmış ve toplum tarafından dışlanmıştır. Daha sonraları yaptığı çalışmalar ile kendini topluma benimsetilmiştir."

"Evet etkilenir. Orta çağı ele alalım. Bu dönemde skolastik düşüncenin etkisiyle fikrini açıklayıp deney yapmaları yasaklanmış. Bazı bilim insanları ise çalışmaları inançlara saygısızlık düşünülmüştür. Lavoiser ise ihtilal döneminde yaşamış bir bilim insanıdır. Yaptığı çalışmalar kısıtlanıp giyotinle idam edilmiştir. Bu da bunun en büyük örneğidir."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların metafizik öğelerin bilimsel alanda etki alanı bulabileceğine, bilimle uğraşan kişilerin toplum tarafından farklı şekilde karşılanabileceğine, gözlen ve deneylerin bir zamanlar yasak olduğuna ve bu yolda bilim insanlarının canlarından olduğuna değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve yetersiz görüşe sahip olan D10 ve D13 kodlu katılımcıların görüşleri şu şekildedir:

"Bilim evrenseldir. Çünkü kabul edilen gerçeklere dayanır. Dünyanın her yerinde aynı anlamları taşır."

"Bilim evrenseldir. Bulunduğu toplumun sosyal, kültürel etkenlerinden etkilenir. Çünkü yaşadığı ortam düşünceyi değiştirebilir. Bilim insanları bu etkiyi en aza indirmeye çalışmalıdır."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimin evrensel olduğuna, gerçekler üzerinden ilerlediğine, bilimin her yerde aynı anlama geldiğine, bilim insanlarının kültürel etkiyi en aza indirmeleri gerektiğine değindikleri görülmüştür.

Deney grubunda yer alan ve bağdaştırıcı olmayan görüşe sahip olan D4 ve D14 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

"*Bilim insanı da insandır. Onlar nesnel olamazlar. Çevreleri etkilendikleri insanlar yaşadıkları ortam her şeye zemin hazırlar. Bilim insanı yaşadığı toplumdan farklı göremeyiz."*

"Bilim insanları bilim yaparken sosyal ve kültürel ortamdan etkilenir. Çünkü o ortamın teknolojisi bilim üzerinde etkilidir."

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilim insanlarının da yaşadıkları toplumun bir ürünü olduğuna ve teknoloji gibi araçlarla çevrenin bilim üzerinde etkili olduğuna değindikleri görülmüştür.

Bağdaştırıcı görüşe sahip olan D16 ve D17 kodlu katılımcıların görüşleri sırasıyla şu şekildedir:

> *"Bilim sosyal ve kültürel ortamdan bağımsız olamaz. Bilim insanları araştırmalarını yaparken sosyal ve kültürel özelliklerini istemsiz olsa dahi kullanırlar. İnanışları ve diğer bütün özellikleri bilim insanının çalışmalarına yön verir."*

> *"Ben bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünüyorum. Bilim insan etkinliklerinin bir sonucudur. İnsan yaşadığı toplumdan etkilendiği kültürden bağımsız bir şekilde hareket edemez. Ortaya atacağı bir hipotezin önce yaşadığı toplumda kabul edilmesi ile diğer toplumda kabul edileceği gerçeğini göz ardı etmek gerekir."*

Görüşler incelendiğinde katılımcıların bilimin sosyal ve kültürel değerlerden bağımsız olamayacağına, bilimin bir insan etkinliği olduğuna ve bu nedenle kültürden bağımsız hareket edemeyeceğine, bilim insanlarının inançlarının araştırmalarına yön vereceğine değindikleri görülmüştür.

Bilgili görüşe sahip olan D5 kodlu katılımcının görüşü şu şekildedir:

> *"Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmektedir. Bilim insanları çevreden etkilenerek yaratıcılığını ya da hayal gücünü kullanamayabilir. Çevreden etkilenerek yaratıcılığını ya da hayal gücünü kullanamayabilir. Çevreden etkilenen bilim insanları bilime katkı sağlayamayabilir veya aksi durum söz konusu olabilir."*

Katılımcının görüşü incelendiğinde hayal gücü ve yaratıcılığı kullanma konusunda çevrenin hem olumlu hem olumsuz etki yapabileceğine ve bunun da bilimsel etkinlikleri kolaylaştırabileceğine veya zorlaştırabileceğine değindiği görülmüştür.

Mevcut araştırmadan elde edilen bulgular kontrol grubunda yer alan katılımcıların bilgili görüşlerinin %21.21'den %0'a, deney grubunda ise bilgili görüşlerin %15.625'den %9.375'e gerilediğini göstermiştir. Bir başka ifadeyle üst bilişsel stratejilerin kullanıldığı deney grubundaki katılımcıların bilgili görüşlerinin korunduğu söylenebilir. Bu sonucu destekleyen çalışmalar mevcuttur. Mulvey ve Bell (2017) fen bilimleri öğretmenlerinin bilgili görüşlerinin 10 ay sonra yapılan kalıcılık testinde %52'den %29'a düştüğünü tespit etmiştir. Araştırmacılar bu bulguyu bilgili görüşlerin korunduğu şeklinde yorumlamıştır. Bir diğer çalışmada, Wahbeh ve Abd-El-Khalick (2014) bu bileşene ilişkin bilgili görüşlerin %75'ten %62.5'e gerilediğini tespit etmiştir ve bilgili görüşlerin korunduğu sonucuna varmıştır. Bilgili görüşlerin korunduğuna değinen çalışmaların sonuncusunda Akerson vd. (2006) Perry şemasında 1-4 arası basamaklarda yer alan katılımcıların 2'si hariç önceki görüşlerine geri döndükleri, 5-6 arası basamaklarda yer alan katılımcıların

ise 1’i hariç var olan bilgili görüşlerini koruduklarını rapor etmiştir. Mevcut araştırmadan da elde edilmiş olan bu bulgunun üst biliş kavramı ile bilimin doğası anlayışlarının ilişkili olabileceği hipotezini kuvvetlendirdiği söylenebilir.

5. SONUÇLAR

5.1. Sonuçlar

Bu araştırmanın amacı üst bilişsel stratejilere dayanan bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımının, kavramsal değişim teorisi (Posner vd. 1982) ve durumsal öğrenme yaklaşımı altında (Brown vd. 1989), fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarına etkisini incelemektir. Araştırmadan elde edilen en genel bulgu uygulamalar öncesinde katılımcıların büyük bir kısmının özellikle kanıta dayalı olma, teori ve yasanın farklı türde bilgiler olması, çıkarımlara dayalı olma ve sosyokültürel ortamda üretilme bileşenlerinde yetersiz görüşe sahip oldukları bulgusudur. Bu bulgudan yola çıkılarak, araştırmaya katılan aday fen bilimleri öğretmenlerinin uygulamalar öncesinde; bilimi diğer düşünme disiplinlerinden ayıran ölçütün doğal dünyaya ilişkin gözlemler olduğunu bilmedikleri, bilmek için öncelikle görmek gerektiğini düşündükleri, gözlem ve çıkarımlar arasında fark görmedikleri ve olayların zaten kendilerinin konuştuğunu düşündükleri, bilim insanlarının kesinlikle nesnel olmaları gerektiğini ve görüş farklılıklarının sağlam olmayan veya dikkatle ve özenle kurulmayan deney düzeneklerinden kaynaklandığını düşündükleri, hiçbir şekilde değişmeyen yasaların bir yerlerde saklı olup keşfedilmeyi beklediklerini ve teorilerin yeteri kadar kanıta ulaşıldığında yasalara dönüşeceğini düşündükleri, bilimin sosyal hayattan izole olan ve kültürel değerleri yansıtmayan bir yapıda olduğunu düşündükleri, bilimsel bilginin kanıtlandığını dolayısıyla bir daha değişmeyeceğini ve son olarak bilimsel bilgi üretiminde hayal gücü ve yaratıcılığın yerinin olmadığını çünkü bunların bilimsel bilginin öznelleşmesine neden olarak bilimselliğini kaybetmesine neden olabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu bulgular birçok araştırma bulgusu ile desteklenmiştir (Haidar 1999, Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Lederman 2000a, 2000b, Tairab 2001, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, Schwartz vd. 2004, Taşar 2006, Akerson vd. 2006, Bell ve Matkins 2007, Liu ve Lederman 2007, Akerson ve Donnelly 2008, Kattoula 2008, Wahbeh 2009, Shim vd. 2010, Schwartz vd. 2010, Yacoubian ve BouJaoude 2010, Bell vd. 2011, Bell vd. 2012, Özgelen vd. 2012). Öğretmen adaylarının bu yetersiz bilimin doğası anlayışlarına sahip olmalarına üniversiteye gelmeden önce aldıkları eğitim neden olarak gösterilebilir. İlkokul döneminde deneylerle tanışan öğretmen adayları, laboratuvarda gerçekleştirilen deneyler sonrasında birtakım yanılgılar

geliştirebilmektedirler. Örneğin, deneyler sonucunda elde edilen verilerin teorileri bir anda doğrulayan veya bir anda çürüten bir yapıda olduğuna ilişkin yaygın bir kanı mevcuttur. Esasında deney var olan bir teorik çerçeveyi destekleyen kanıtlar arayan, diğer veri toplama araçları gibi belirli düzeyde güvenilir veriler sağlayan ve tek başına bir teoriyi kanıtlama veya çürütme iddiası taşımayan bir olguya gitme yoludur. Öğrencilerin, olguya gitme yolları arasında deneyi önem sırasına göre üst sıralara koydukları ve gözlemlerin gücünü ihmal ettikleri söylenebilir. Deneyin, bilimsel bilgi üretiminde bu denli eşsiz görülmesi öğrencilerin deney verilerinin dikkatle toplandığında ve adım adım basamakları takip edildiğinde bizleri gerçek, bir başka ifadeyle, kesin ve mutlak bilgiye götüreceği yanılgısının gelişmesine neden olabilmektedir. Ayrıca, laboratuvarlarda deney sırasında önlük giyen öğrenciler, ders kitaplarında veya görsel medyada gördükleri bilim insanı imajını olumsuz anlamda pekiştirme durumuyla karşı karşıya kalmaktadır. Bu durum onların bilimsel etkinlikleri kapalı bir alana sıkışmış, yalnızca uzman kişiler tarafından yapılan ve sosyal hayattan kopuk etkinlikler topluluğu olarak görmelerine neden olabilmektedir. Bu olumsuz durum ders kitaplarının tasarlanması konusunda da devam etmektedir (Wahbeh 2003, Clough 2006, İrez 2009, Niaz ve Maza 2011). Fen bilimleri kitaplarının ön ve arka kapaklarına laboratuvar resimlerinin, kel ve gözlüklü bilim insanlarının resimlerinin konması bilimin herkese açık ve sosyokültürel ortamda şekillenen bir etkinlik olduğuna ilişkin çağdaş bilimsel görüşlerin gelişmesine ket vurur nitelikte olduğu söylenebilir. Bir diğer neden ise öğretmen adaylarının bilimsel bilgiye ilişkin epistemolojik anlayışlarıdır. Epistemolojik inançları yönünden daha alt seviyelerde olan öğretmen adaylarının tüm bilimin doğası bileşenlerinde yetersiz görüş geliştirmiş olabilecekleri beklenen bir durumdur.

Bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi bu anlayışların bağlam temelli süreçlerle olan ilişkisiyle derinden bağlantılıdır (Wahbeh 2009). Araştırmanın sonuçları incelendiğinde, bağlam temelli bilimin doğası öğretimi yaklaşımının öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede etkili olduğu görülmüştür. Bu yaklaşımın etkili olduğu sonucuna ulaşan birçok çalışma mevcuttur (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick 2005). Bu araştırmadan elde edilen olumlu sonuçların birtakım bağlam unsurlarını bir araya getirmesi bakımından önemli olduğu düşünülmektedir. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi yaklaşımı; içerik yönünden zenginleştirilmiş (Abd-El-Khalick 2001), kavramsal değişim teorisi (Abd-El-Khalick ve Akerson 2004); (yalnızca

deney grubunda) üst bilişsel stratejiler (Abd-El-Khalick ve Akerson 2009); bilim felsefesi (Matthews 1994, Abd-El-Khalick 2005); sosyobilimsel konular (Matkins ve Bell 2007, Khishfe 2012a, Khishfe vd. 2017) bağlamlarını esas alarak gerçekleştirilebilir.

Üst bilişsel stratejilerin kullanımının doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin etkinliğini artırdığına ilişkin değerli ancak az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Abd-El-Khalick ve Akerson 2004, 2009, Peters, Kitsantas, Baek ve Bannan Ritland 2007, Baraz 2012). Bu araştırma kapsamında, deney grubunda yer alan katılımcıların bağlam temelli bilimin doğası öğretimine üst bilişsel stratejileri kullanarak katılmaları sağlanmıştır. Bu üst bilişsel stratejiler ders içi ve ders dışı stratejiler şeklinde organize edilmiştir. Ders içi üst bilişsel stratejiler olarak yansıtma raporları, "ne biliyorum-ne öğrenmek istiyorum-ne öğrendim" formları ve zihin haritaları; ders dışı üst bilişsel stratejiler olarak ise üst biliş eylem planları, poster hazırlama ve dramatizasyon kullanılmıştır. Kullanılan bu üst bilişsel stratejilerin öncelikli amacı bilimin doğası bileşenlerine ilişkin ön bilgilerin daha derin bir şekilde ortaya çıkarılmasıdır. Benzer şekilde, bu stratejilerin amaçlarından biri daha derin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesine yardımcı olmaktır. Bir diğer önemli özellik, ders dışı üst bilişsel stratejilerin öğrenmenin bilişsel boyutunun yanı sıra duyuşsal boyutuna da yönelik olmasıdır. Yansıtma raporları aracılığıyla yapılan yansıtmalar sayesinde katılımcıların kendi öğrenmelerini izleme fırsatı bulmuşlardır. Yansıtma raporları hem güncel okuma parçaları hem de bilim felsefesi bağlamında ele alınan okuma parçaları üzerinden hazırlanmıştır. Kontrol grubunda yer alan katılımcılar bu iki tür yansıtma kaynağına ilişkin yansıtmalarını yalnızca sınıf içi tartışmalar sırasında ortaya koymuş ve görüşlerini diğer katılımcılarla paylaşmışlardır. Deney grubunda yer alan katılımcılar ise bu iki kaynağa ilişkin yansıtmalarını hem tartışmalara katılarak hem de yansıtma raporları hazırlayarak yapmışlardır. Böylece deney grubunda yer alan katılımcıların öz izleme ve öz değerlendirme sürecinde kendi öğrenmelerine ilişkin bireysel çıkarımlarda bulunmaları yoluyla bilişsel yönü ağır basan üst bilişsel bir süreç yürütmeleri sağlanmıştır.

Öğretmen adaylarının uygulamalar sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarını bazı bileşenler yönünden beş ay sonraki kalıcılık testinde de sürdürdükleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının teori ve yasayı tanımlama, teori ve yasaların farklı türde bilgiler olduğunu ve bilimsel bilginin teori kökenli olduğunu anlama konusunda zorluk yaşamaya

devam ettikleri görülmüştür. Alan yazında bu bileşenlerdeki değişimin diğerlerine göre daha zor olduğuna ilişkin bulgulara rastlanmaktadır (Akerson vd. 2000, Abd-El-Khalick ve Akerson 2004).

Bu araştırmayı öncekilerden ayıran ve ilgili alan yazına özgün katkılar sunacağı düşünülen çeşitli dikkat çekici yönler bulunmaktadır. Bunlardan ilki, üst bilişsel stratejilere dayalı doğrudan yansıtıcı yaklaşımın, daha önceki sınırlı sayıdaki çalışmada, yalnızca jenerik etkinliklere dayanan bağlam temelli olmayan bilimin doğası öğretimi kapsamındaki etkinliğinin sorgulandığı görülmektedir. Bu nedenle, bu araştırma üst biliş stratejilerinin etkinliğinin üst düzeyde bağlam temelli olan (çok sayıda bağlamı bir araya getirmesi bakımından) bilimin doğası öğretimine etkisini sorgulayan ilk çalışma olma özelliğini taşımaktadır. Benzer şekilde, bu öğretim sırasında kullanılan üst bilişsel stratejilerin yalnızca bilişsel değil aynı zamanda duyuşsal öğrenme alanına da hitap etmesi amacıyla ders dışı olarak isimlendirilen üst biliş stratejilerinin kullanımı da sağlanmıştır. Araştırmanın bir diğer özgün yönü ise, bilimin doğası öğretiminde bağlam olarak sık kullanılmayan, genellikle ihmal edilen ve sayıca az çalışmada rastlanan bilim felsefesi ve sosyobilimsel konular bağlamlarının kullanılmış olmasıdır. Sosyobilimsel konular araştırmanın bağlam temelli olmayan jenerik etkinliklerinin devamında kurgulanan bağlam temelli öğretimin özünü oluştururken, bilim felsefesi bağlamı ise ders dışı oturumların ve üst bilişsel stratejiler olarak kullanılan performansa dayalı etkinliklere yön veren bir dış bağlam şeklinde kullanılmıştır. Ders dışı oturumlar kapsamında katılımcıların bilim felsefesine ilişkin okuma parçalarını ders içinde ele alınan bilimin doğası bileşenleriyle ilişkilendirmeleri ve bilimin doğası bileşenlerini daha üst düzeydeki kavramsal çerçevelerden değerlendirmeleri sağlanmıştır. Ayrıca, deney grubunda yer alan katılımcıların bilim felsefecilerine ilişkin poster hazırlamaları ve onların yerine geçerek rol oynama etkinliklerini içeren bir dramatizayon kurgulamaları ve bunu fakültedeki diğer öğretmen adaylarına sergilemeleri sağlanmıştır. Bilim felsefesi bağlamında gerçekleştirilen tüm bu etkinlikleri hem bilişsel hem de duyuşsal boyutta gerçekleştirmesi bakımından bu araştırmanın önem arz ettiği düşünülmektedir. Öte yandan, lisans düzeyinde verilen fen eğitimi derslerinde gerçekleştirilen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin bilimin doğası anlayışları yönünden sınırlı gelişimlere neden olması bakımından bu araştırma Bilimin Doğası ve Bilim tarihi dersinde, yani bilimin doğası anlayışları ile en çok iç içe olan derste gerçekleştirilmiştir.

Bahsi geçen sınırlı gelişimleri tersine çevirmek için Abd-El-Khalick (2005) bağlam olarak bilim felsefesini kullanmış ve elde ettiği daha derin ve tutarlı bilimin doğası anlayışlarından yola çıkarak bilim felsefesinin fen eğitimi derslerinde elde edilen gelişimleri destekleyebilecek bir bağlam olduğu sonucuna varmıştır. Abd-El-Khalick (2005) bilim felsefesine ilişkin ödevlerin ve tartışmaya dayalı oturumların bilimin doğası anlayışlarının gelişimine katkı sağladığından da bahsetmektedir. Bu doğrultuda, bu araştırmada ek bilim felsefesi oturumları gerçekleştirilmiştir. Bu ek oturumlar yine doğrudan yansıtıcı öğretimin ilkeleri uyarınca gerçekleştirilmiştir. Çünkü yalnız başına bilim felsefesi içerikli yapılan bilimin doğası öğretimi, doğrudan olmaması durumunda, etkisiz kalabilir.

Bu araştırmayı özgün kılan bir diğer özellik ise bağlam temelli bilimin doğası öğretimi sırasında kullanılan sosyobilimsel konuların katılımcıların aşina oldukları ve aşina olmadıkları konular arasından seçilmesidir. Çünkü sosyobilimsel konular kapsamında gerçekleştirilen yakın zamanlı çalışmalar, bilimin doğası anlayışlarının aşina olunan ve aşina olunmayan sosyobilimsel konulara göre farklılık gösterdiği ve aşina olunan durumlara ilişkin bilgili kategorisindeki bilimin doğası anlayışlarının aşina olunmayan durumlara transfer edilemeyebileceğine ilişkin bulgulara ulaşmışlardır. Bu durumun belirli katılımcılar için sorun teşkil edebileceğinin dikkate alınması bakımından, bu araştırmada bağlam temelli öğretimin ilk haftasında (5. hafta) "İnsan Klonlama" ve ikinci haftasında (6. hafta) "Sürücüsüz Araç" konuları ele alınmıştır. Böylelikle, ilk sosyobilimsel konu kapsamında edinilen bilimin doğası anlayışlarının sonraki haftada işlenen ve aşina olunmayan konuya transferinin kolaylaştırılması sağlanmıştır.

Üst bilişsel stratejilerin kullanımının tüm yaş gruplarında, çeşitli konu içeriklerine ilişkin kavramsal anlayışları geliştirmeye yardımcı olduğu belirtilmektedir (Babkie ve Provost 2004). Bu stratejiler sayesinde öğretmen adayları bilimin doğası anlayışlarını daha derin bir şekilde geliştirme ve buna ilişkin yansıtmalar yapma fırsatı bulmaktadır. Ön bilgileri ortaya çıkarması ve öğrenmenin duyuşsal yönünü de tetiklemesiyle birlikte, üst bilişsel stratejiler öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını yeni içerik ve bağlamlara aktarmalarına yardımcı olur. Böylece bu anlayışların daha kalıcı olması sağlanır. Bu araştırma kapsamında bahsi geçen yeni içerik sosyobilimsel konulardır. Üst bilişsel stratejilerle desteklenen sosyobilimsel konuların işlenmesi katılımcıların bilimin doğası anlayışlarının daha kalıcı olmasına yardımcı olmuştur. Bu araştırmada kullanılan

öz-düzenleme stratejilerinin konu içeriğine ilişkin kalıcılığı sağladığını ilişkin bulgular mevcuttur (Schraw 1994, Spiegel ve Barufaldi 1994, Kincannon, Gleber ve Kim 1999). Ayrıca, üst bilişsel stratejilerin bağlam temelli olmayan jenerik etkinliklerle kullanımından ziyade belirli bağlamlar çerçevesinde kullanılmasının daha etkili sonuçlar verdiği bilinmektedir (Brown ve Palinscar 1987, Pressley vd. 1992). Bu araştırmada bireysel farklılıklar da gözetilmiş ve katılımcıların çeşitli ve çok sayıda üst bilişsel stratejiyi ders içi ve ders dışı şeklinde sınıflandırılarak kullanmaları sağlanmıştır.

Araştırmadan elde edilen nicel veriler incelendiğinde, uygulamadan önce ve sonra gerçekleştirilen bağımsız gruplar t testi sonuçlarının bilimin doğası anlayışları yönünden deney grubu lehine anlamlı olduğu görülmüştür. Bu ölçümün etki değerliği (d) 0.59 olarak hesaplanmıştır. Bu anlamlı farklılaşmanın teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması (0.73), çıkarımlara dayalı olma (0.52) ve sosyokültürel ortamda üretilme (0.62) bileşenlerinde farklı etki değerliklerine sahip olduğu görülmüştür (Green ve Salkind 2005).

Araştırmadan elde edilen nitel veriler incelendiğinde, deney grubunda yer alan ve bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimini üst bilişsel stratejilerle birlikte alan katılımcıların, kontrol grubundaki katılımcılara göre bazı bilimin doğası bileşenlerinde daha kayda değer ilerlemeler sağladığı görülmüştür. Bu farklılaşmanın bilgili kategorisi yönünden, çoktan aza doğru; bilimsel bilginin değişebilir olması (+43.750), bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması (+37.500), teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması (+21.875), bilimsel bilginin teori kökenli olması (+18.750), bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması (+15.625), bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi (+15.625) ve son olarak bilimsel bilginin kanıta dayalı olması (+9.375) bileşenlerinde olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda tespit edilen farklılaşmalarla karşılaştırıldığında, en büyük farklılaşmanın değişebilir olma bileşeninde (kontrol grubu: +9.10, deney grubu: +43.750), en az farklılaşmanın ise sosyokültürel ortamda üretilme bileşeninde (kontrol grubu: +15.15, deney grubu: +15.625) olduğu görülmüştür.

Kalıcılık testinden elde edilen veriler incelendiğinde, deney grubunda yer alan ve bağlam temelli doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimini üst bilişsel stratejilerle birlikte alan katılımcıların, 5 ay sonra yapılan testte son testlerle karşılaştırıldığında, kontrol grubundaki katılımcılara göre bazı bilimin doğası bileşenlerinde daha kayda değer

düşüşler yaşadığı görülmüştür. Bu farklılaşmanın bilgili kategorisi yönünden, çoktan aza doğru; bilimsel bilginin hayal gücü ve yaratıcılığa bağlı olması (-15.625), bilimsel bilginin değişebilir olması (-12.500), bilimsel bilginin teori kökenli olması (-9.375), teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması (-6.250), bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması (-6.250), bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi (-6.250) ve son olarak bilimsel bilginin kanıta dayalı olması (-0) bileşenlerinde olduğu görülmüştür.

Kontrol grubunda tespit edilen farklılaşmalarla karşılaştırıldığında, en büyük farklılaşmanın bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi (kontrol grubu: -21.21, deney grubu: -6.250), en az farklılaşmanın ise bilimsel bilginin kanıta dayalı olması bileşeninde (kontrol grubu: -0, deney grubu: -0) olduğu görülmüştür.

Nicel ve nitel verilere ilişkin bulgular birlikte incelendiğinde, deney grubunda yer alan katılımcıların bilimsel bilginin sosyokültürel ortamda üretilmesi bileşeninde hem nicel bulgular yönünden hem de nitel bulgular yönünden kontrol grubuna göre daha kayda değer gelişim sergilediği görülmüştür. Üstelik, kalıcılık testinde görülen gerilemelerin bu bileşende, deney grubuyla karşılaştırıldığında, en çok kontrol grubunda olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, nicel anlamda elde edilen anlamlı farkın, bu yüzdelik oranla nitel anlamda da desteklendiği sonucu çıkarılabilir. Dolayısıyla, üst bilişsel stratejilere dayalı bağlam temelli bilimin doğası öğretiminin bu bileşene ilişkin anlayışların geliştirilmesinde hem etkili olduğu hem de bu anlayışların kalıcı olmasını sağladığı sonucuna varılmıştır. Nicel analizde anlamlı farkın tespit edildiği teori ve kanunların farklı türde bilgiler olması bileşeninde son testte +21.875 oranında artış gözlenmiştir. Bu artış kontrol grubunda +9.10 olmuştur. Bununla birlikte, kalıcılık testinde görülen gerilemelerin deney ve kontrol gruplarında yüzdelik oran bakımından fazla farklılaşmadığı görülmüştür. Dolayısıyla, üst bilişsel stratejilere dayalı bağlam temelli bilimin doğası öğretiminin bu bileşene ilişkin anlayışların geliştirilmesinde etkili olduğu ancak kalıcılık yönünden kontrol grubunda uygulanan bağlam temelli öğretimle benzer oranlarda kalıcılık sağladığı sonucuna varılmıştır. Nicel analizde anlamlı farkın tespit edildiği bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması bileşeninde ise, deney grubunda yer alan katılımcıların bu bileşende nitel analizlerde yetersiz görüşlerini %50 azalttıkları ve bilgili görüşlerini +15.625 artırdıkları görülmüştür. Bu oran kontrol grubunda, yetersiz görüşlerde %3.03'lük bir azalma ile sınırlı kalmıştır. Kontrol grubunda uygulamalar sonrasında yüzdelik bakımdan herhangi bir gelişme kaydedilmemiştir. İki grubun

kalıcılık oranları incelendiğinde, deney grubunun bu bileşende kontrol grubuna göre daha kayda değer düşüş yaşadığı görülmüştür. Dolayısıyla, üst bilişsel stratejilere dayalı bağlam temelli bilimin doğası öğretiminin bu bileşene ilişkin anlayışların geliştirilmesinde etkili olduğu ancak kalıcılık yönünden kontrol grubunda uygulanan bağlam temelli öğretimle benzer oranlarda, düşük kalıcılık sağladığı sonucuna varılmıştır.

5.2. Öneriler

Bu bölümde araştırmanın verilerinden elde edilen bulgulardan hareketle aşağıdaki önerilere yer verilmiştir:

1. Bilimin doğasının anlaşılması ve öğretimi bağlam temelinden etkilenmektedir (Wahbeh 2009). Bu nedenle öğretmen adaylarının bilimin doğasını öğrenebilmeleri için zengin konu içeriği sağlanmalıdır.
2. Öğretmen adayları sahip oldukları bilimin doğası anlayışlarını transfer ederken zorlanmaktadırlar. Bu zorluk öğretmen adaylarının aşina olmadıkları konu içeriklerinde artmaktadır. Bu nedenle bilimsel içeriğe sahip olan konuların öğretiminde olduğu gibi sosyobilimsel konuların öğretiminde de bu durum dikkate alınmalıdır.
3. Bilimin doğası dersinde bağlam temelini sağlamada bilimin doğasına yönelik etkinlikler son derece önemlidir. Bununla birlikte, çoğu öğretmen adayı anlayışlarını güçlendirecek bilimin doğası öğretimi kaynaklarından ve etkinliklerinden mahrumdur. Bu durumun düzeltilmesine yönelik olarak bilimin doğasına ilişkin materyaller geliştirilmesine ağırlık verilmelidir.
4. Doğrudan yansıtıcı yaklaşımın daha sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için yansıtma fırsatlarının artırılması gerekir. Yansıtmayı sağlayan bilimin doğası soruları ve günlükler bu konuda etkili olabilir.
5. Bu çalışmada bilim felsefesi okuma parçalarının bilgili görüş geliştirmede faydalı olduğu görülmüştür. Bu nedenle bilimin doğası öğretiminde bilim tarihi ve bilim felsefesi örnekleri bağlama yardımcı araçlar olarak kullanılabilir.
6. Bilimin doğası anlayışlarının üst bilişle etkileşim halinde olması ve bilimin doğasına ilişkin ileri epistemolojik inanışların üst biliş ile ilgili olması nedeniyle

uygulamalar öncesinde katılımcıların epistemolojik inanışlarının hangi düzeyde olduğu kontrol edilip ona göre etkinlikler tasarlanabilir.

7. Bu çalışmada bilim felsefesi tartışmalarının etkili olduğu görülmüştür. Bu konuda yok denecek kadar az çalışma mevcuttur (Abd-El-Khalich 2005). Bilim felsefesini bağlam kabul eden üst düzeyde bağlamsallaştırılmış bilimin doğası öğretimi uygulamalarına daha sık yer verilebilir.
8. Bu çalışmada sekiz haftalık bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bilimin doğası anlayışlarının epistemolojik ve ontolojik kökenleri sıkıca bağlı olması nedeniyle zor gelişmesi bu uygulamaların zaman alarak tutarlılığının sorgulanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle bu uygulamalar bir döneme hatta bir öğretim yılına yayılarak gerçekleştirilmelidir.
9. Hem bilişsel hem duyuşsal yönü güçlü olan üst bilişsel stratejilere daha çok yer verilebilir.
10. Ders içi bilimsel söylemin geliştirilmesi amacıyla uygulamalar öncesinde sınıfa uygun olan söylem biçimleri belirlenip bunlara uygun bir öğretim tasarlanabilir.
11. Bu araştırmada kullanılan ve Wahbeh (2009) tarafından önerildiği şekliyle tartışma içeren veya içermeyen bilimin doğası anlayışlarının gelişiminin ne düzeyde olduğu incelenebilir.
12. Bu araştırmada olduğu şekilde aşina olunan veya olmayan sosyobilimsel konular yoluyla bilimin doğası öğretiminin anlayışlar üzerinde ne düzeyde etkili olduğu sorgulanabilir.
13. Bilimin doğası anlayışları bilime ilişkin değer ve varsayımları içerdiğinden dünya görüşleriyle ilişkilidir. Bu nedenle öğretmen adaylarının dünya görüşleri belirlenip uygulamalar buna göre tasarlanabilir.
14. Katılımcıların teori ve yasaları anlamada ciddi sıkıntı yaşadıkları görülmektedir. Bu nedenle teori ve yasa gibi bilimin doğasına ilişkin karmaşık kavramların öğretiminde bilim felsefecilerinin görüşlerini dikkate alan ve bu şekilde bir model geliştiren çalışmalar yapılabilir.
15. Günlük hayatla ilişkili sosyobilimsel konular yoluyla öğretmen adaylarının mantıksal akıl yürütme becerilerinin geliştirilmesine yönelik ders etkinliklerine yer verilmesi yararlı olabilir.

16. Katılımcıların dönem boyunca gelişim göstermiş olduğu bilimin doğası anlayışlarının öğretime ilişkin uygulamalara yansıyacağı garanti edilemez. Bu nedenle örneklemde yer alan katılımcıların öğretmenlik mesleki performansları ilerleyen zamanda sınıf içi gözlemler yoluyla kontrol edilmelidir.

KAYNAKLAR

AAAS. (1989). *Science for all Americans.* NY: Oxford University Press.

AAAS. (1993) . *Benchmarks for science literacy.* NY: Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F., (1998). The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science, Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University.

Abd-El-Khalick, F., (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but..., Journal of Science Teacher Education, 12(3): 215-233.

Abd-El-Khalick, F., (2003). Socioscientific issues in pre-college science classrooms, In The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education (pp. 41-61), Springer, Netherlands.

Abd-El-Khalick, F., (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning, International Journal of Science Education, 27(1): 15-42.

Abd-El-Khalick, F., (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring conflations and critical issues in research on nature of science in science education, International Journal of Science Education, 34(3): 353-374.

Abd-El-Khalick, F. and Akerson, V. L., (2004). Learning about nature of science as conceptual change: Factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science, Science Education, 88(5): 785-810.

Abd-El-Khalick, F. and Akerson, V., (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science, International Journal of Science Education, 31(16): 2161-2184.

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Lederman, N. G., (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural, Science Education, 82: 417-437.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G., (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature, International Journal of Science Education, 22(7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G., (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 37: 1057-1095.

Abell, S., Martini, M. and George, M., (2001). "That's what scientists have to do": preservice elementary teachers' conceptions of the nature of science during a moon investigation, International Journal of Science Education, 23(11): 1095-1109.

Aflalo, E., (2014). Advancing the perceptions of the nature of science (NOS): integrating teaching the NOS in a science content course, Research in Science & Technological Education, 32(3): 298-317.

Aguirre, J. M., Haggerty, S. M. and Linder, C. J., (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: a case study in preservice science education, International Journal of Science Education, 12: 381-390.

Ağlarcı, O., Sarıçayır, H. and Şahin, M., (2016). Nature of science instruction to Turkish prospective chemistry teachers: The effect of explicit-reflective approach, Cogent Education, 3(1): 1213350.

Aikenhead, G. S., (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. III. Characteristics and limitations of scientific knowledge, Science Education, 71(4): 459-487.

Aikenhead, G. S. and Ryan, A. G., (1992). The development of a new instrument:'Views on Science-Technology-Society'(VOSTS), Science Education, 76(5): 477-491.

Akçay, B., (2007). The influence of the history of science course on pre-service science teachers' understanding of the nature of science concepts. Ph.D. thesis, The University of Iowa, Iowa.

Akerson, V. L. and Abd-El-Khalick, F., (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth-grade teacher, Journal of Research in Science Teaching, 40(10): 1025-1049.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. and Lederman, N. G., (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 37(4): 295-317.

Akerson, V. L. and Buzzelli, C. A., (2007). Relationships of preservice early childhood teachers' cultural values, ethical and cognitive developmental levels, and views of nature of science, Journal of Elementary Science Education, 19(1): 15-24.

Akerson, V. L. and Hanuscin, D. L., (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program, Journal of Research in Science Teaching, 44(5): 653-680.

Akerson, V. L. and Donnelly, L. A., (2008). Relationships among learner characteristics and preservice elementary teachers' views of nature of science, Journal of Elementary Science Education, 20(1): 45-58.

Akerson, V. L., Morrison, J. A. and McDuffie, A. R., (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 43(2): 194-213.

Akerson, V., Nargund Joshi, V., Weiland, I., Pongsanon, K. and Avsar, B., (2013). What third-grade students of differing ability levels learn about nature of science after a year of instruction, International Journal of Science Education, 1-33.

Akerson, V. L. and Volrich, M. L., (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting, Journal of Research in Science Teaching, 43(4): 377-394.

Akindehin, F., (1988). Effect of an instructional package on preservice science teachers' understanding of the nature of science and acquisition of science-related attitudes, Science Education, 72(1): 73-82.

Aydogdu, B., (2015). The investigation of science process skills of science teachers in terms of some variables, Educational Research and Reviews, 10(5): 582.

Ayvacı, H., Ş., (2007). Bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesine yönelik bir çalışma, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Allchin, D., (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science, Science Education, 95(3), 518-542.

Babkie, A. M. and Provost, M. C., (2004). Teachers as researchers, Intervention in School & Clinic, 39(5), 260-268.

Baraz, A., (2012). The effect of using metacognitive strategies embedded in explicit-reflective nature of science instruction on the development of pre-service science teachers' understandings of nature of science, Unpublished master thesis, Middle East Technical University, Ankara.

Barufaldi, J. P., Bethel, L. J. and Lamb, W. G., (1977). The effect of a science methods course on the philosophical view of science among elementary education majors, Journal of Research in Science Teaching, 14(4): 289-294.

Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A. and Lederman, N. G., (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry, Journal of Research in Science Teaching, 40(5): 487-509.

Bell, R. L., Lederman, N. G. and Abd-El-Khalick, F., (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study, Journal of research in science teaching, 37(6): 563-581.

Bell, R. L., Matkins, J. J. and Gansneder, B. M. (2011). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 48(4): 414-436.

Bell, R. L., Mulvey, B. K. and Maeng, J. L., (2012). Beyond understanding: Process skills as a context for nature of science instruction, In Advances in nature of science research (pp. 225-245), Springer, Netherlands.

Bell, R. L., Mulvey, B. K. and Maeng, J. L., (2016). Outcomes of nature of science instruction along a context continuum: Preservice secondary science teachers' conceptions and instructional intentions, International Journal of Science Education, 38: 493-520.

Ben David, A. and Orion, N., (2013). Teachers' voices on integrating metacognition into science education, International Journal of Science Education, 35(18): 3161-3193.

Bennett, J., Grasel, C., Parchmann, I. and Waddington, D., (2005). Context-based and conventional approaches to teaching chemistry: Comparing teachers' views, International Journal of Science Education, 27: 1521-1547.

Bianchini, J. A. and Colburn, A., (2000). Teaching the nature of science through inquiry to prospective elementary teachers: a tale of two researchers, Journal of Research in Science Teaching, 37(2): 177-209.

Bilican, K., (2014). Farklı öğrenme ortamlarıyla ilişkilendirilmiş doğrudan yansıtıcı yaklaşımın fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşleri ve bilimin doğası öğretim becerilerine etkisinin araştırılması, Doktora tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Blakey, E. and Spence, S., (1990). Developing metacognition, ERIC Digest.

Boekaerts, M., (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation, European psychologist, 1(2): 100-112.

Brickhouse, N. W., (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories, International Journal of Science Education, 11: 401-415.

Brown, A. L., (1978). Knowing when, where and, how to remember: A problem of metacognition, Advances in instructional psychology, 1.

Buaraphan, K., (2012). Embedding nature of science in teaching about astronomy and space, Journal of Science Education and Technology, 21(3): 353-369.

Buaraphan, K. and Sung Ong, S., (2009). Thai pre-service science teachers' conceptions of the nature of science, In Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching (Vol. 10, No. 1).

Burgin, S. R. and Sadler, T. D., (2016). Learning nature of science concepts through a research apprenticeship program: a comparative study of three approaches, Journal of Research in Science Teaching, 53(1): 31-59.

Capps, D. and Crawford, B., (2013). Inquiry-based instruction and teaching about nature of science: Are they happening?, Journal of Science Teacher Education, 24: 497-526.

Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. and Unger, C. (1989). 'An experiment is when you try it and see if it works': a study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge, International Journal of Science Education, 11(5): 514-529.

Chen, S., (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science, Science Education, 90(5), 803-819.

Chin, C. and Brown, D. E., (2000). Learning in science: a comparison of deep and surface approaches, Journal of Research in Science Teaching, 37(2): 109-138.

Chow, A. F., Woodford, K. C. and Maes, J., (2011). Deal or no deal: using games to improve student learning, retention and decision-making, International journal of mathematical education in science and technology, 42(2): 259-264.

Clough, M. P., (2000). The nature of science: Understanding how the game of science is played, The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 74(1): 13-17.

Clough, M. P., (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction, Science & Education, 15(5): 463-494.

Clough, M. P. and Olson, J. K., (2004). The nature of science: Always part of the science story, The Science Teacher, 71(9): 28.

Clough, M. P. and Olson, J. K., (2008). Teaching and assessing the nature of science: an introduction, Science & Education, 17(2-3): 143-145.

Clough, M. P. and Olson, J. K., (2012). Impact of a nature of science and science education course on teachers' nature of science classroom practices, In Advances in nature of science research (pp. 247-266). Springer, Netherlands.

Cofré, H., Vergara, C., Lederman, N. G., Lederman, J. S., Santibáñez, D., Jiménez, J. and Yancovic, M., (2014). Improving Chilean in-service elementary teachers' understanding of nature of science using self-contained NOS and content-embedded mini-courses, Journal of Science Teacher Education, 25(7): 759-783.

Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K., (2004). A guide to teaching practice. Psychology Press.

Colthorpe, K., Sharifirad, T., Ainscough, L., Anderson, S. and Zimbardi, K., (2017). Prompting undergraduate students' metacognition of learning: implementing 'meta-learning'assessment tasks in the biomedical sciences, Assessment & Evaluation in Higher Education, 1-14.

Comte, A. (1975). Auguste Comte and Positivism: The Essential Writings. Transaction Publishers.

Costa, A. L., (1984). Mediating the Metacognitive, Educational leadership, 42(3): 57-62.

Creswell, J. W., (2007). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions (2nd edition), Thousand Oaks, CA: Sage.

Cross, D. R. and Paris, S. G., (1988). Developmental and instructional analyses of children's metacognition and reading comprehension, Journal of educational psychology, 80(2): 131.

Custers, E., (2010). Long-term retention of basic science knowledge: a review study, Advances in Health Sciences Education, 15(1): 109-128.

Çakıcı, Y. and Bayır, E., (2012). Developing children's views of the nature of science through role play, International Journal of Science Education, 34(7): 1075-1091.

Çil, E., (2010). Bilimin doğasının kavramsal değişim pedagojisi ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım ile öğretilmesi: ışık ünitesi örneği, Doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Çil, E. and Çepni, S., (2012). The effectiveness of the conceptual change approach, explicit reflective approach, and course book by the Ministry of Education on the views of the nature of science and conceptual change in light unit, Educational Sciences: Theory and Practice, 12(2): 1107-1113.

D'Antoni, A. V., Zipp, G. P. and Olson, V. G., (2009). Interrater reliability of the mind map assessment rubric in a cohort of medical students, BMC Medical Education, 9(1): 19.

Davies, M., (2011). Concept mapping, mind mapping and argument mapping: what are the differences and do they matter?, Higher Education, 62(3): 279-301.

Demir, Ö., (2014). Bilim Felsefesi, 6. Baskı, Sentez Yayıncılık, Bursa.

Deniz, H., (2007). Exploring the components of conceptual ecology mediating the development of nature of science views. Ph.D. thesis, Indiana University, Indiana.

Dignath, C. and Büttner, G., (2008). Components of fostering self-regulated learning among students. A meta-analysis on intervention studies at primary and secondary school level, Metacognition and Learning, 3(3): 231-264.

Dinsmore, D. L., Alexander, P. A. and Loughlin, S. M., (2008). Focusing the conceptual lens on metacognition, self-regulation, and self-regulated learning, Educational Psychology Review, 20(4): 391-409.

Doğan, N., (2011). What went wrong? Literature students are more informed about the nature of science than science students, Education and Science, 36(159): 219.

Doğan, N. and Abd-El-Khalick, F., (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: a national study, Journal of Research in Science Teaching, 45(10): 1083-1112.

Doğanay, A. and Özturk, A., (2011). An investigation of experienced and inexperienced primary school teachers' teaching process in science and technology classes in terms of metacognitive strategies, Educational Sciences: Theory and Practice, 11(3): 1320-1325.

Dolan, S., Mallott, D. B. and Emery, J. A., (2002). Passive learning: a marker for the academically at risk, Medical teacher, 24(6): 648-649.

Donnelly, L. A. and Argyle, S., (2011). Teachers' willingness to adopt nature of science activities following a physical science professional development, Journal of Science Teacher Education, 22(6): 475-490.

Dori, Y. J., Tal, R. T. and Tsaushu, M., (2003). Teaching biotechnology through case studies-can we improve higher order thinking skills of nonscience majors?, Science Education, 87(6): 767-793.

Driver, R. and Leach, J. M. and Scott, P., (1996). Young People's Images of Science, Buckingham: Open University Press.

Driver, R., Newton, P. and Osborne, J., (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms, Science education, 84(3): 287-312.

Dunlosky, J., Serra, M. J. and Baker, J. M., (2007). Metamemory applied, Handbook of applied cognition, 2: 137-161.

Durkee, P., (1974). An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high-ability students studying physics, Science Education, *58*(3): 343-356.

Duruk, U., Akgün, A., Doğan, C. and Gülsuyu, F., (2017). Examining the learning outcomes included in the Turkish science curriculum in terms of science process skills: A document analysis with standards-based assessment, International Journal of Environmental and Science Education, 12(2): 117-142.

Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L. and Applebaum, S., (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues, International Journal of Science Education, 34(15): 2289-2315.

Efflin, J. T., Glennan, S. and Reisch, G., (1999). The nature of science: A perspective from the philosophy of science, Journal of Research in Science Teaching, 36(1): 107-116.

Efklides, A., (2001). Metacognitive experiences in problem solving, In trends and prospects in motivation research (pp. 297-323), Springer, Netherlands.

Efklides, A., (2006). Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?, Educational research review,1(1): 3-14.

Efklides, A., (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model, Educational psychologist, 46(1): 6-25.

Erdogan, R., Cakiroglu, J. and Tekkaya, C., (2006). Investigating Turkish pre-service science teachers' views of the nature of science, Research on education in Africa, the Caribbean and the Middle East, 273-285.

Evagorou, M., (2011). Discussing a socioscientific issue in a primary school classroom: The case of using a technology-supported environment in formal and nonformal settings, In Socio-scientific issues in the classroom (pp. 133-159), Springer, Netherlands.

Evagorou, M. and Mauriz, B. P., (2017). Engaging elementary school pre-service teachers in modeling a socioscientific issue as a way to help them appreciate the social aspects of science, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 5(2): 113-123.

Firestone, J. B., Wong, S. S., Luft, J. A. and Fay, D., (2012). The nature of science or the nature of teachers: beginning science teachers' understanding of NOS, In Advances in Nature of Science Research (pp. 189-206), Springer, Netherlands.

Flavell, J. H., (1976). Metacognitive aspects of problem solving, The nature of intelligence, 231-235.

Flavell, J. H., (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry, American psychologist, 34(10): 906.

Forbes, C. T. and Davis, E. A., (2007). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of science curriculum materials in respect to socioscientific issues, Science & Education, 17(8-9): 829-854.

Friedman, M., (1999). Reconsidering Logical Positivism. Cambridge University Press.

Gavelek, J. R. and Raphael, T. E., (1985). Metacognition, instruction, and the role of questioning activities, Metacognition, cognition, and human performance: Instructional practices, 2: 103-136.

Georghiades, P., (2000). Beyond conceptual change learning in science education: Focusing on transfer, durability and metacognition, Educational Research, 42(2): 119-139.

Georghiades, P., (2004a). From the general to the situated: Three decades of metacognition, Research report, International Journal of Science Education, 26: 365-383.

Georghiades, P., (2006). The role of metacognitive activities in the contextual use of primary pupils' conceptions of science, Research in Science Education, 36(1-2): 29-49.

Giere, R. (1988). Laws, theories, and generalizations. In A. Grünbaum & W. Salmon (eds.), The Limits of Deductivism, University of California Press, Berkeley, 37-46.

Golabek, C. and Amrane Cooper, L., (2011). Trainee teachers' perceptions of the nature of science and implications for pre-service teacher training in England, Research in Secondary Teacher Education, 1(2): 9-13.

Good, R. and Shymansky, J., (2001). Nature-of-science literacy in benchmarks and standards: Postmodern/relativist or modern/realist?, Science & Education, 10: 173-185.

Green, S. and Salkind, N., (2005). Using SPSS for Windows and Macintosh: Understanding and analysing data.

Gregory, G. H. and Kuzmich, L., (Eds.). (2007). Teacher teams that get results: 61 strategies for sustaining and renewing professional learning communities. Corwin Press.

Haidar, A. H., (1999). Emirates pre-service and in-service teachers' views about the nature of science, International Journal of Science Education, 21(8): 807-822.

Hanuscin, D. L., Akerson, V. L. and Phillipson Mower, T., (2006). Integrating nature of science instruction into a physical science content course for preservice elementary teachers: NOS views of teaching assistants, Science Education, 90: 912-935.

Harre, R., (1983). Great Scientific Experiments. Oxford: Oxford University Press.

Hartman, H. J., (2001). Developing students' metacognitive knowledge and skills, In Metacognition in learning and instruction (pp. 33-68), Springer, Netherlands.

Herman, B. C. and Clough, M. P., (2016). Teachers' longitudinal NOS understanding after having completed a science teacher education program, International Journal of Science and Mathematics Education, 14(1): 207-227.

Herman, B. C., Clough, M. P. and Olson, J. K., (2013). Teachers' nature of science implementation practices 2-5 years after having completed an intensive science education program, Science Education, 97(2): 271-309.

Hodson, D., (1986). Philosophy of science and science education, Journal of Philosophy of Education, 20(2): 215.

Hodson, D., (1988). Towards a philosophically more valid science curriculum, Science Education, 72(1): 19-40.

Hodson, D., (2014). Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods, International Journal of Science Education, 36: 2534-2553.

Hofer, B. K. and Pintrich, P. R., (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning, Review of educational research, 67(1): 88-140.

Hogan, K., (2000). Exploring a process view of students' knowledge about the nature of science, Science Education, 84(1): 51-70.

Horner, J. K. and Rubba, P. A., (1979). The Laws-are-mature theories fable. Science Teacher, 46(2): 31.

Irez, S., (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks, Science Education, 93(3): 422-447.

Irwin, A. R., (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context, Science Education, 84(1): 5-26.

Jacobs, J. E. and Paris, S. G., (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction, Educational psychologist, 22(3-4): 255-278.

Jones, W. I., (2010). Examining preservice science teacher understanding of nature of science: discriminating variables on the aspects of nature of science, Ph.D. thesis, The Ohio State University, Ohio State.

Kang, S., Scharmann, L. C. and Noh, T., (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders, Science Education, 89(2): 314-334.

Karslı, F., Şahin, Ç. and Ayas, A., (2009). Determining science teachers' ideas about the science process skills: A case study, Procedia-Social and Behavioral Sciences, 1(1): 890-895.

Kauffman, D. F., Ge, X., Xie, K. and Chen, C. H., (2008). Prompting in web-based environments: Supporting self-monitoring and problem solving skills in college students, Journal of Educational Computing Research, 38(2): 115-137.

Khishfe, R., (2008). The development of seventh graders' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 45(4): 470-496.

Khishfe, R., (2012a). Nature of science and decision-making, International Journal of Science Education, 34(1): 67-100.

Khishfe, R., (2012b). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: a role for counterargument and contextual factors, Journal of Research in Science Teaching, 49(4): 489-514.

Khishfe, R., (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: an effect on student learning and transfer, International Journal of Science Education, 36(6): 974-1016.

Khishfe, R., (2015). A look into students' retention of acquired nature of science understandings, International Journal of Science Education, 37(10): 1639-1667.

Khishfe, R., (2017). Consistency of nature of science views across scientific and socio-scientific contexts, International Journal of Science Education, 39(4): 403-432.

Khishfe, R. and Abd-El-Khalick, F., (2002). Influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 39(7): 551-578.

Khishfe, R., Alshaya, F. S., BouJaoude, S., Mansour, N. and Alrudiyan, K. I., (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context

of four socio-scientific issues, International Journal of Science Education, 39(3): 299-334.

Khishfe, R. and Lederman, N., (2006). Teaching the nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated, Journal of Research in Science Teaching, 43(4): 395-418.

Kim, S. Y. and Irving, K. E., (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science, Science & Education, 19(2): 187-215.

Kolsto, S. D., (2001b). 'To trust or not to trust, …' -pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue, International Journal of Science Education, 23(9): 877-901.

Köksal, M. S., Çakıroğlu, J., and Geban, Ö. (2013). The effect of explicit embedded reflective instruction on nature of science understandings in advanced science students, Journal of Biological Education, 47(4): 208-223.

Kramarski, B. and Mevarech, Z. R., (2003). Enhancing mathematical reasoning in the classroom: The effects of cooperative learning and metacognitive training, American Educational Research Journal, 40(1): 281-310.

Kuhn, T. S., (1962). The Structure of Scientific Revolution. Chicago: University of Chicago Press.

Kuhn, T. S., (1970). Reflections on my critics, Criticism and the Growth of Knowledge, 4, 231.

Kuhn, T. S. (1991). The road since structure. In Science and the quest for reality (pp. 231-245), Palgrave Macmillan UK.

Kuhn, D. and Dean, Jr, D., (2004). Metacognition: a bridge between cognitive psychology and educational practice, Theory into practice, 43(4): 268-273.

Küçük, M., (2008). Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit-reflective teaching in a science, technology and society course, Australian Journal of Teacher Education, 33(2).

Lakatos, I., (1978). Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi (D. Uygun, Çev.), 1. Basım, Alfa Bilim, İstanbul.

Lakatos, I., (1993). Falsification and the methodology of scientific research programmes. In I. Lakatos and A. Musgrave (eds.) Criticism and the Growth of Knowledge (New York: Cambridge University Press), 91–196.

Leach, J., Hind, A. and Ryder, J., (2003). Designing and evaluating short teaching interventions about the epistemology of science in high school classrooms, Science Education, 87(6): 831-848.

Leahey, T. H., (1992). *The mythical revolutions of American psychology* (Vol. 47, No. 2, p. 308). American Psychological Association.

Lederman, N. G., (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research, Journal of Research in Science Teaching, 29: 331-359.

Lederman, N. G., (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship, Journal of Research in Science Teaching, 36: 916-929.

Lederman, N. G., (2007). Nature of science: Past, present, and future, Handbook of research on science education, 2: 831-879.

Lederman, N. G. and Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In *The nature of science in science education* (pp. 83-126), Springer, Netherlands.

Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. and Schwartz, R. S., (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 39: 497-521.

Lederman, N. G. and Gess-Newsome, J., (1992). Do subject matter knowledge, pedagogical knowledge, and pedagogical content knowledge constitute the ideal gas law of science teaching?, Journal of Science Teacher Education, 3(1): 16-20.

Lederman, N. G., Schwartz, R., Abd-El-Khalick, F. and Bell, R. L., (2001). Preservice teachers' understanding and teaching of nature of science: An intervention study, Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 1(2): 135-160.

Lederman, N. G., Lederman, J. S. and Antink, A., (2013). Nature of science and scientific Inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific

literacy, International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 1(3): 138-147.

Lederman, N. G. and Zeidler, D. L., (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior?, Science Education, 71(5): 721-734.

Lewis, J. and Leach, J., (2006). Discussion of socio-scientific issues: The role of science knowledge, International Journal of Science Education, 28(11): 1267-1287.

Lin, X., (2001). Designing metacognitive activities, Educational Technology Research and Development, 49(2): 23-40.

Lin, H. S. and Chen, C. C., (2002). Promoting preservice chemistry teachers' understanding about the nature of science through history, Journal of Research in Science Teaching, 39(9): 773-792.

Lin, H. S., H. L. Chiu and Chou, C. Y., (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies, International Journal of Science Education, 26: 101-112.

Lin, S. F., Lieu, S. C., Chen, S., Huang, M. T. and Chang, W. H., (2012). Affording explicit-reflective science teaching by using an educative teachers' guide, International Journal of Science Education, 34(7): 999-1026.

Liu, S. and Lederman, N. G., (2002). Taiwanese gifted students' views of nature of science, School Science and Mathematics, 102(3): 114-123.

Liu, S. Y. and Lederman, N. G., (2007). Exploring prospective teachers' worldviews and conceptions of nature of science, International Journal of Science Education, 29(10): 1281-1307.

Liu, S. Y. and Tsai, C. C., (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students, International Journal of Science Education, 30(8): 1055-1073.

Martinez, M. E., (2006). What is metacognition?, Phi delta kappan, 87(9): 696-699.

Matthews, M. R., (1994). Science teaching: The role of history and philosophy of science, Routledge, New York.

Matkins, J. J. and Bell, R. L., (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course, Journal of Science Teacher Education, 18(2): 137-163.

Matkins, J. J., Bell, R., Irving, K. and McNall, R., (2002). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science, 1-27.

McComas, W., (1998). The principal elements of the nature of science: dispelling the myths, In McComas, W. (Eds.), The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies (pp. 53-70). Dordercht, The Netherlands: Kluwer Academic.

McComas, W. F. and Olson, J. K., (1998). The nature of science in international science education standards documents. In The nature of science in science education (pp. 41-52), Springer, Netherlands.

McComas, W. F. and Olson, J. K., (2000). International science education standards documents, (ed. W. McComas) The nature of science in science education rationales and strategies, 41-52.

McComas, W. F., Clough, M. P. and Almazroa, H., (1998). The role and character of the nature of science in science education, In W. F. McComas (Ed.), The nature of science in science education: Rationales and strategies (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

McDermott, P. and Clarke, D. N., (1998). Mind Maps in Medicine, Elsevier Health Sciences.

McDonald, C. V., (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 47(9): 1137-1164.

Meichtry, Y. J., (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development, Journal of Research in Science Teaching, 29(4): 389-407.

Meichtry, Y., (1998). Elementary science teaching methods: Developing and measuring student views about the nature of science. In The nature of science in science education (pp. 231-241), Springer, Netherlands.

Merriam, S. B., (2009). Qualitative case study research, Qualitative research: A guide to design and implementation, 39-54.

Metcalfe, J. and Shimamura, A. P., (1994). Metacognition: Knowing about knowing, Cambridge, MA: MIT Press.

Metin, D., (2009). Yaz bilim kampında uygulanan yönlendirilmiş araştırma ve bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 6. ve 7. sınıftaki çocukların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine etkisi, Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Miles, M. B. and Huberman, A. M., (1994). Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook. Sage.

Morrison, J. A., Raab, F. and Ingram, D., (2009). Factors influencing elementary and secondary teachers' views on the nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 46(4): 384-403.

Mulvey, B. K. and Bell, R. L., (2017). Making learning last: teachers' long-term retention of improved nature of science conceptions and instructional rationales, International Journal of Science Education, 39(1): 62-85.

Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R. and Bell, R. L., (2016). Special education teachers' nature of science instructional experiences, Journal of Research in Science Teaching, 53(4): 554-578.

Nadeau, R. and Désautels, J., (1984). Epistemology and the teaching of science. A discussion paper.

National Research Council, [NRC] (1996). The National Science Education Standards, National Academy Press, Washington, DC.

National Science Teacher Association, [NSTA] (1992). NSTA standards for science teachers certification, Washington, DC: Author.

National Science Teachers Association, (2000). NSTA position statement: The nature of science. Document retrieved, *3*(18), 03.

Nelson, T. O., (1996). Consciousness and metacognition, American psychologist, 51(2): 102.

NGSS (2013). Next generation science standards: For states, by states.

Nott, M. and Wellington, J., (1998). Eliciting, interpreting and developing teachers' understandings of the nature of science, Science & Education, 7(6): 579-594.

Nye, M. J., (1980). N-rays: An episode in the history and psychology of science, Historical studies in the physical sciences, 11(1): 125-156.

O'Neil Jr, H. F. and Abedi, J., (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment, The Journal of Educational Research, 89(4): 234-245.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. and Duschl, R., (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community, Journal of research in science teaching, 40(7): 692-720.

Özcan, I., (2011). Bilimin doğası inanışlarına yönelik bir ölçeğin geliştirilmesi ve fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası inanışlarının tespiti, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Özgelen, S., Yilmaz Tuzun, O. and Hanuscin, D. L., (2012). Exploring the development of preservice science teachers' views on the nature of science in inquiry-based laboratory instruction, Research in Science Education, 1-20.

Özgelen, S., Hanuscin, D.L. and Yılmaz Tuzun, O., (2013). Preservice elementary science teachers' connections among aspects of NOS: Toward a consistent, overarching framework, Journal of Science Teacher Education, 24: 907.

Özlem, D., (2016). Bilim Felsefesi, 3. Basım, Notos Kitap, İstanbul.

Perfect, T. J. and Schwartz, B. L., (Eds.). (2002). Applied Metacognition, Cambridge University Press.

Paris, S. G. and Winograd, P., (1990). How metacognition can promote academic learning and instruction, Dimensions of thinking and cognitive instruction, 1: 15-51.

Peters, E. and Kitsantas, A., (2010). The effect of nature of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge, metacognition, and self-regulatory efficacy, School Science and Mathematics, 110(8): 382-396.

Pintrich, P. R., (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. Handbook of self-regulation, 451: 451-502.

Pintrich, P. R., (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing, Theory into practice, 41(4): 219-225.

Pomeroy, D., (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers, Science education, 77(3): 261-278.

Roberts, D. A., (2007). Scientific literacy/science literacy, Handbook of research on science education, 1: 120-144.

Rudge, D. W. and Howe, E. M., (2009). An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science, Science & Education, 18(5): 561-580.

Rudge, D. W., Cassidy, D. P., Fulford, J. M. and Howe, E. M., (2013). Changes observed in views of nature of science during a historically based unit, Science & Education, 1-31.

Rudolph, J. L., (2000). Reconsidering the "nature of science" as a curriculum component, Journal of Curriculum Studies, 32: 403-419.

Saçkes, M. and Trundle, K. C., (2016). Change or durability? The contribution of metaconceptual awareness in preservice early childhood teachers' learning of science concepts, Research in Science Education, 1-17.

Sadler, T. D., (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research, Journal of Research in Science Teaching, 41(5): 513-536.

Sadler, T. D., (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice, Studies in Science Education, 45: 1-42.

Sadler, T., D., Chambers, F., W. and Zeidler, D., L., (2002). Investigating the crossroads socioscientific issue, The nature of science, and critical thinking, a paper presented at the annual meeting of the national association for research in science teaching, April 6-10, New Orleans, LA.

Sadler, T. D., F. W. Chambers and D. L. Zeidler., (2004). Student conceptualism of the nature of science in response to a socioscientific issue, International Journal of Science Education, 26(4): 387-409.

Sahin, E. A. and Deniz, H., (2016). Exploring elementary teachers' perceptions about the developmental appropriateness and importance of nature of science aspects, International Journal of Environmental and Science Education, 11(9): 2673-2698.

Sandi Urena, S., Cooper, M. M. and Stevens, R. H., (2011). Enhancement of metacognition use and awareness by means of a collaborative intervention, International Journal of Science Education, 33: 323-340.

Sandoval, W. A. and Morrison, K., (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit, Journal of Research in Science Teaching, 40: 369-392.

Schalk, K. A., (2012). A socioscientific curriculum facilitating the development of distal and proximal NOS conceptualizations, International Journal of Science Education, 34(1): 1-24.

Scharmann, L. C., Smith, M. U., James, M. and Jensen, M., (2005). Explicit reflective nature of science instruction: Evolution, intelligent design, and umbrellaology, Journal of Science Teacher Education, 16, 27-41.

Schoenfeld, A. H., (1987). What's all the fuss about metacognition, Cognitive science and mathematics education, 189.

Schraw, G., (1998). Promoting general metacognitive awareness, Instructional Science, 26(1): 113-125.

Schraw, G. and Dennison, R. S., (1994). Assessing metacognitive awareness, Contemporary Educational Psychology, 19: 460-470.

Schraw, G. and Moshman, D., (1995). Metacognitive theories, Educational psychology review, 7(4): 351-371.

Schraw, G., Crippen, K. J. and Hartley, K., (2006). Promoting self-regulation in science education: Metacognition as part of a broader perspective on learning, Research in science education, 36(1-2): 111-139.

Schussler, E. E., Bautista, N. U., Link-Pérez, M. A., Solomon, N. G. and Steinly, B. A., (2013). Instruction matters for nature of science understanding in college biology laboratories, BioScience, 63(5): 380-389.

Schwartz, R. S. and Lederman, N. G., (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 39(3): 205-236.

Schwartz, R. S., Lederman, N. G. and Crawford, B. A., (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry, Science Education, 88: 610-645.

Schwartz, R. S., Lederman, N., Khishfe, R., Lederman, J. S., Matthews, L. and Liu, S., (2002). Explicit/reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: Impact on student learning, In Paper presented at the 2002 annual international conference of the association for the education of teachers in science, Charlotte, NC.

Seraphin, K. D., Philippoff, J., Kaupp, L. and Vallin, L. M., (2012). Metacognition as means to increase the effectiveness of inquiry-based science education, Science Education International, 23(4): 366-382.

Seung, E., Bryan, L. and Butler, M., (2009). Improving preservice middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches, Journal of Science Teacher Education, 20: 157-77.

Shadish, W. R., Cook, T. D. and Campbell, D. T., (2002). Construct validity and external validity, Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference, 64-102.

Shapiro, B. L. (1996). A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: learning about the 'face of science that does not yet know', Science Education, 80(5): 535-560.

Shim, M. K., Young, B. J. and Paolucci, J., (2010). Elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: a comparison of inservice and preservice teachers approach, European Journal of Science Education, 14: 1-18.

Smith, M. U., Lederman, N. G., Bell, R. L., McComas, W. F. and Clough, M. P., (1997). How great is the disagreement about the nature of science: A response to Alters, Journal of Research in Science Teaching, 34(10): 1101-1103.

Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C. and Hennessey, M. G., (2000). Sixth-grade students' epistemologies of science: The impact of school science experiences on epistemological development, Cognition and Instruction, 18(3): 349-422.

Southerland, S. A., Johnston, A. and Sowell, S., (2006). Describing teachers' conceptual ecologies for the nature of science, Science Education, 90: 874-906.

Sperling, R. A., Howard, B. C., Staley, R., and DuBois, N. (2004). Metacognition and self-regulated learning constructs, Educational Research and Evaluation, 10(2): 117-139.

Stinner, A., McMillan, B. A., Metz, D., Jilek, J. M. and Klassen, S., (2003). The renewal of case studies in science education, Science & Education, 12(7): 617-643.

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok Naaman, R. and Eilks, I., (2013). The meaning of 'relevance'in science education and its implications for the science curriculum, Studies in Science Education, 49(1): 1-34.

Şahin, E. A. and Deniz, H., (2016). Exploring elementary teachers' perceptions about the developmental appropriateness and importance of nature of science aspects, International Journal of Environmental and Science Education, 11(9): 2673-2698.

Tavşancıl, E., (2006). Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi. 3. Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.

Thomas, G., Anderson, D. and Nashon, S., (2008). Development of an instrument designed to investigate elements of science students' metacognition, self-efficacy and learning processes: The SEMLI-S, International Journal of Science Education, 30(13): 1701-1724.

Tidemand, S. and Nielsen, J. A., (2017). The role of socioscientific issues in biology teaching: from the perspective of teachers. International Journal of Science Education, 39(1): 44-61.

Topcu, M. S., Sadler, T. D. and Yilmaz Tuzun, O., (2010). Preservice science teachers' informal reasoning about socioscientific issues: The influence of issue context, International Journal of Science Education, 32(18): 2475-2495.

Trent, J. (1965). The attainment of the concept "understanding science" using contrasting physics courses, Journal of Research in Science Teaching, 3(3): 224-229.

Upadhyay, B. and DeFranco, C., (2008). Elementary students' retention of environmental science knowledge: Connected science instruction versus direct instruction, Journal of Elementary Science Education, 20(2): 23-37.

Wagaba, F., Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L. and Won, M., (2016). Using metacognitive strategies in teaching to facilitate understanding of light concepts among year 9 students, Research in Science & Technological Education, 34(3): 253-272.

Wahbeh, N., (2009). The effect of a content-embedded explicit-reflective approach on inservice teachers' views and practices related to nature of science, Unpublished doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign, IL.

Wahbeh, N. and Abd-El-Khalick, F., (2014). Revisiting the translation of nature of science understandings into instructional practice: Teachers' nature of science pedagogical content knowledge, International Journal of Science Education, 36(3): 425-466.

Walker, K. A. and Zeidler, D. L., (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry, International Journal of Science Education, 29(11): 1387-1410.

Wilson, N. S. and Bai, H., (2010). The relationships and impact of teachers' metacognitive knowledge and pedagogical understandings of metacognition, Metacognition and Learning, 5(3): 269-288.

Wong, S. L., Kwan, J., Hodson, D. and Yung, B. H. W., (2009). Turning crisis into opportunity: Nature of science and scientific inquiry as illustrated in the scientific research on severe acute respiratory syndrome, Science & Education, 18(1): 95-118.

Vanderlinden, D. W., (2007). Teaching the content and context of science: The effect of using historical narratives to teach the nature of science and science content in an undergraduate introductory geology course, Ph.D. thesis, Iowa State University, Iowa State.

Veenman, M. V., (2011). Alternative assessment of strategy use with self-report instruments: a discussion, Metacognition and Learning, 6(2): 205-211.

Veenman, M. V., Van Hout Wolters, B. H. and Afflerbach, P., (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations, Metacognition and learning, 1(1): 3-14.

Yacoubian, H. and BouJaoude, S., (2010). The effect of reflective discussions following inquiry-based laboratory activities on students' views of nature of science, Journal of Research in Science Teaching, 47: 1229-1252.

Yager, S. O., Lim, G. and Yager, R., (2006). The advantages of an STS approach over a typical textbook dominated approach in middle school science, School Science and Mathematics, 106: 248-260.

Yalçinoğlu, P. and Anagün, Ş. S., (2012). Teaching nature of science by explicit approach to the preservice elementary science teachers, Elementary Education Online: 11(1).

Yerdelen Damar, S., Özdemir, Ö. F. and Ünal, C., (2015). Pre-service physics teachers' metacognitive knowledge about their instructional practices, Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11(5): 1009-1026.

Yıldırım, C., (2011). Bilim Felsefesi, 15. Basım, Remzi Kitabevi, İstanbul.

Yıldırım, C., (2014). Bilimsel Düşünme Yöntemi, 3. Baskı, İmge Kitabevi, Ankara.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H., (2006). Sosyal Bilimlerde Nitel Arastirma Yöntemleri, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yürük, N., Beeth, M. E. and Andersen, C., (2009). Analyzing the effect of metaconceptual teaching practices on students' understanding of force and motion concepts, Research in Science Education, 39: 449-475.

Zeidler, D. L., Applebaum, S. M. and Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In Socio-scientific issues in the classroom (pp. 277-305), Springer, Netherlands.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S. and Callahan, B. E., (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues, Journal of Research in Science Teaching, 46(1), 74-101.

Zimmerman, B. J., (1989). A social cognitive view of self-regulated academic learning, Journal of educational psychology, 81(3): 329-339.

Zohar, A., (2006). The nature and development of teachers' metastrategic knowledge in the context of teaching higher order thinking, The journal of the learning sciences, 15(3): 331-377.

Zohar, A. and Barzilai, S., (2013). A review of research on metacognition in science education: Current and future directions, Studies in Science Education: 49(2), 121-169.

Zohar, A. and David, A. B., (2008). Explicit teaching of meta-strategic knowledge in authentic classroom situations, Metacognition and Learning, 3(1): 59-82.

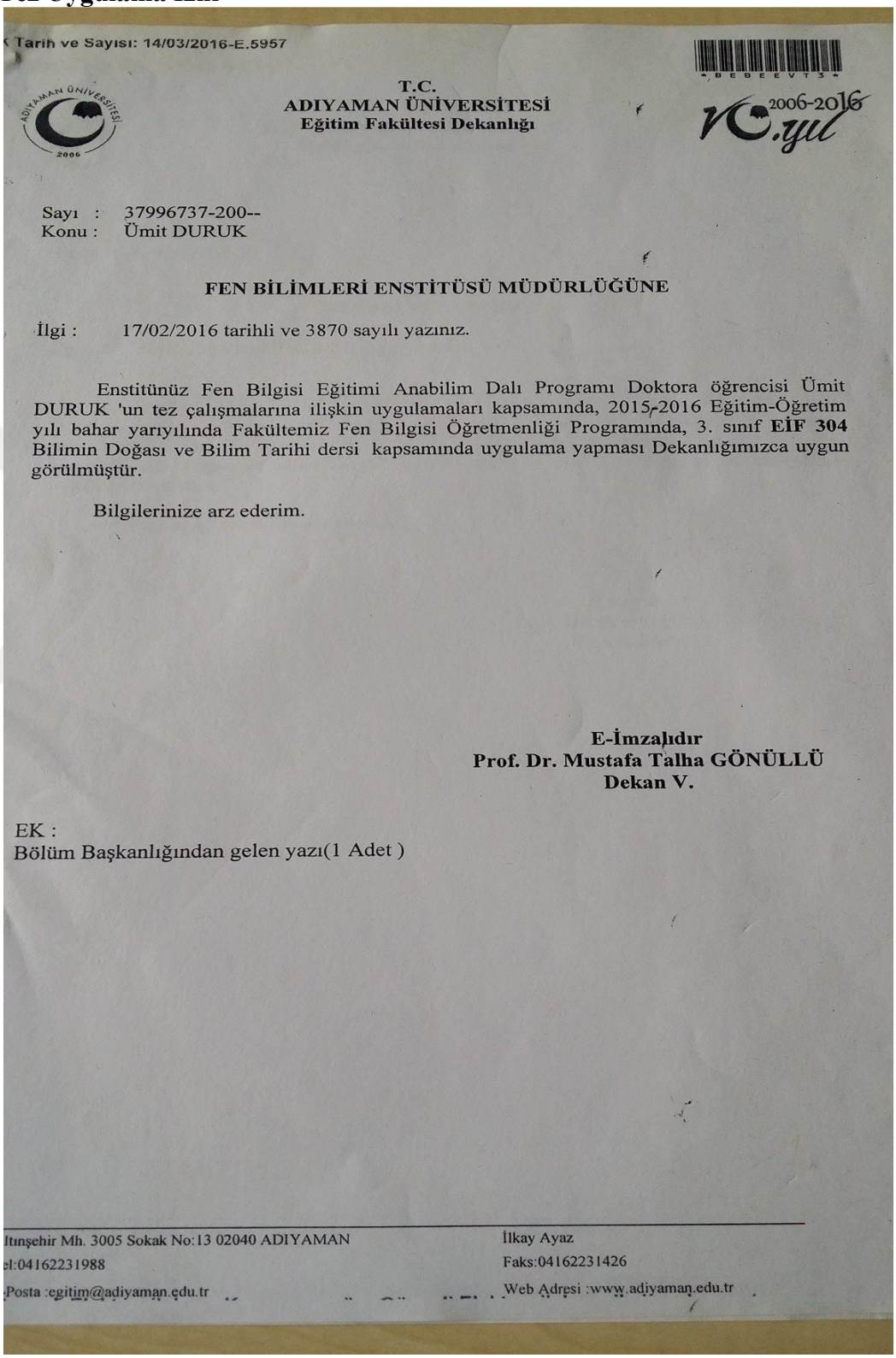
Zohar, A. and David, A. B., (2009). Paving a clear path in a thick forest: A conceptual analysis of a metacognitive component, Metacognition and Learning, 4(3): 177-195.

Zohar, A. and Nemet, F., (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics, Journal of Research in Science Teaching, 39(1): 35-62.

Zulkiply, N., Kabit, M. R. and Ghani, K. A., (2008). What obstacle does the scientific account of consciousness face?: Can they be overcome?, International Journal of the Humanities, 6(1): 273-278.

EKLER

EK 1. Tez Uygulama İzni



Tarih ve Sayısı: 14/03/2016-E.5957

T.C.
ADIYAMAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Fakültesi Dekanlığı

2006-2016 10.yıl

Sayı : 37996737-200--
Konu : Ümit DURUK

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 17/02/2016 tarihli ve 3870 sayılı yazınız.

Enstitünüz Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı Programı Doktora öğrencisi Ümit DURUK 'un tez çalışmalarına ilişkin uygulamaları kapsamında, 2015-2016 Eğitim-Öğretim yılı bahar yarıyılında Fakültemiz Fen Bilgisi Öğretmenliği Programında, 3. sınıf **EİF 304** Bilimin Doğası ve Bilim Tarihi dersi kapsamında uygulama yapması Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinize arz ederim.

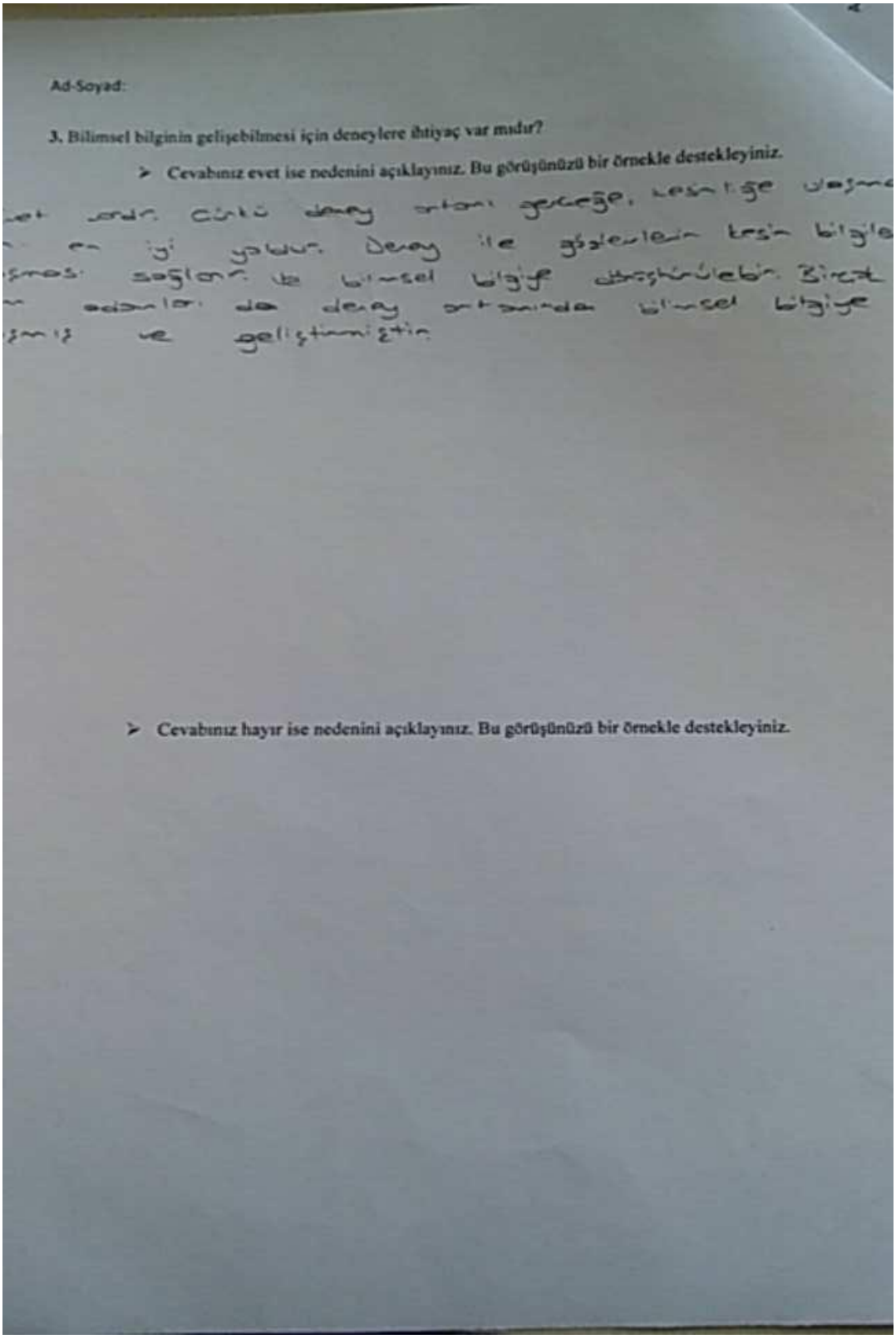
E-İmzalıdır
Prof. Dr. Mustafa Talha GÖNÜLLÜ
Dekan V.

EK :
Bölüm Başkanlığından gelen yazı(1 Adet)

Itınşehir Mh. 3005 Sokak No:13 02040 ADIYAMAN
el:04162231988
-Posta :egitim@adiyaman.edu.tr

İlkay Ayaz
Faks:04162231426
Web Adresi :www.adiyaman.edu.tr

EK 2. Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Ölçeği Formu (VNOS-C)

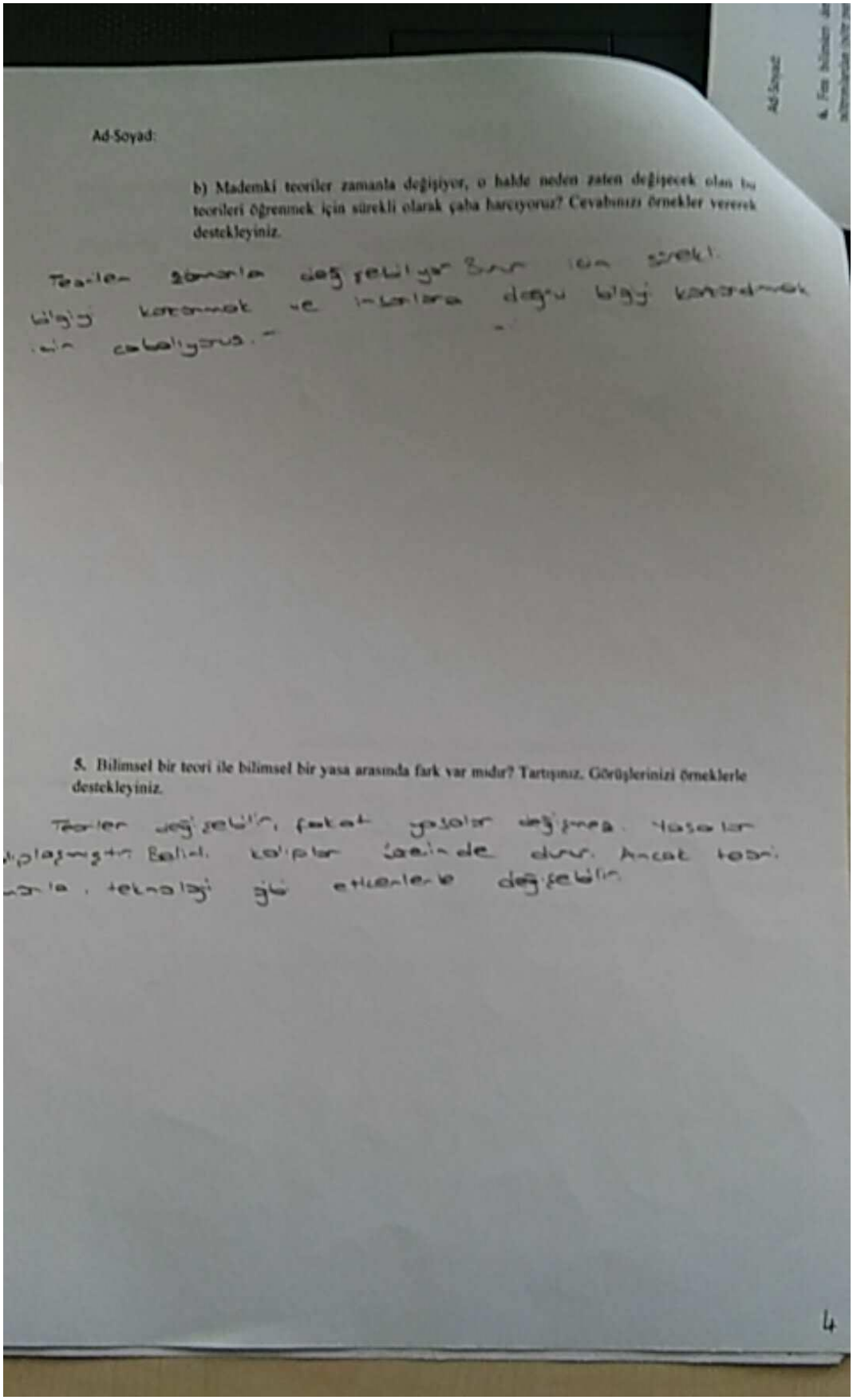


Ad-Soyad:

3. Bilimsel bilginin gelişebilmesi için deneylere ihtiyaç var mıdır?

➢ Cevabınız evet ise nedenini açıklayınız. Bu görüşünüzü bir örnekle destekleyiniz.

➢ Cevabınız hayır ise nedenini açıklayınız. Bu görüşünüzü bir örnekle destekleyiniz.



Ad-Soyad:

b) Mademki teoriler zamanla değişiyor, o halde neden zaten değişecek olan bu teorileri öğrenmek için sürekli olarak çaba harcıyoruz? Cevabınızı örnekler vererek destekleyiniz.

Teoriler zamanla değişebiliyor. Bu için sürekli bilgi kazanmak ve insanlara doğru bilgi kazandırmak için çabalıyoruz.

5. Bilimsel bir teori ile bilimsel bir yasa arasında fark var mıdır? Tartışınız. Görüşlerinizi örneklerle destekleyiniz.

Teoriler değişebilir, fakat yasalar değişmez. Yasalar bilimsel bakış açısıdır. Kalıplar içinde durur. Ancak teoriler, teknoloji gibi etkenlerle değişebilir.

4

Ad-Soyad:

6. Fen bilimleri ders kitapları genellikle atomu; protonlardan (pozitif yüklü parçacıklardan) ve nötronlardan (nötr parçacıklardan) oluşan, merkezinde yer alan bir çekirdek ve bu çekirdeğin etrafında dolaşan elektronların (negatif yüklü parçacıklar) meydana getirdiği bir şey olarak ifade etmektedir. Bilim insanları atomun yapısı hakkında nasıl bu kadar emin olabilmektedirler? Bilim insanlarının atomun neye benzediğine karar verirken hangi kanıtları kullandıklarını düşünüyorsunuz?

Ad-Soyad:

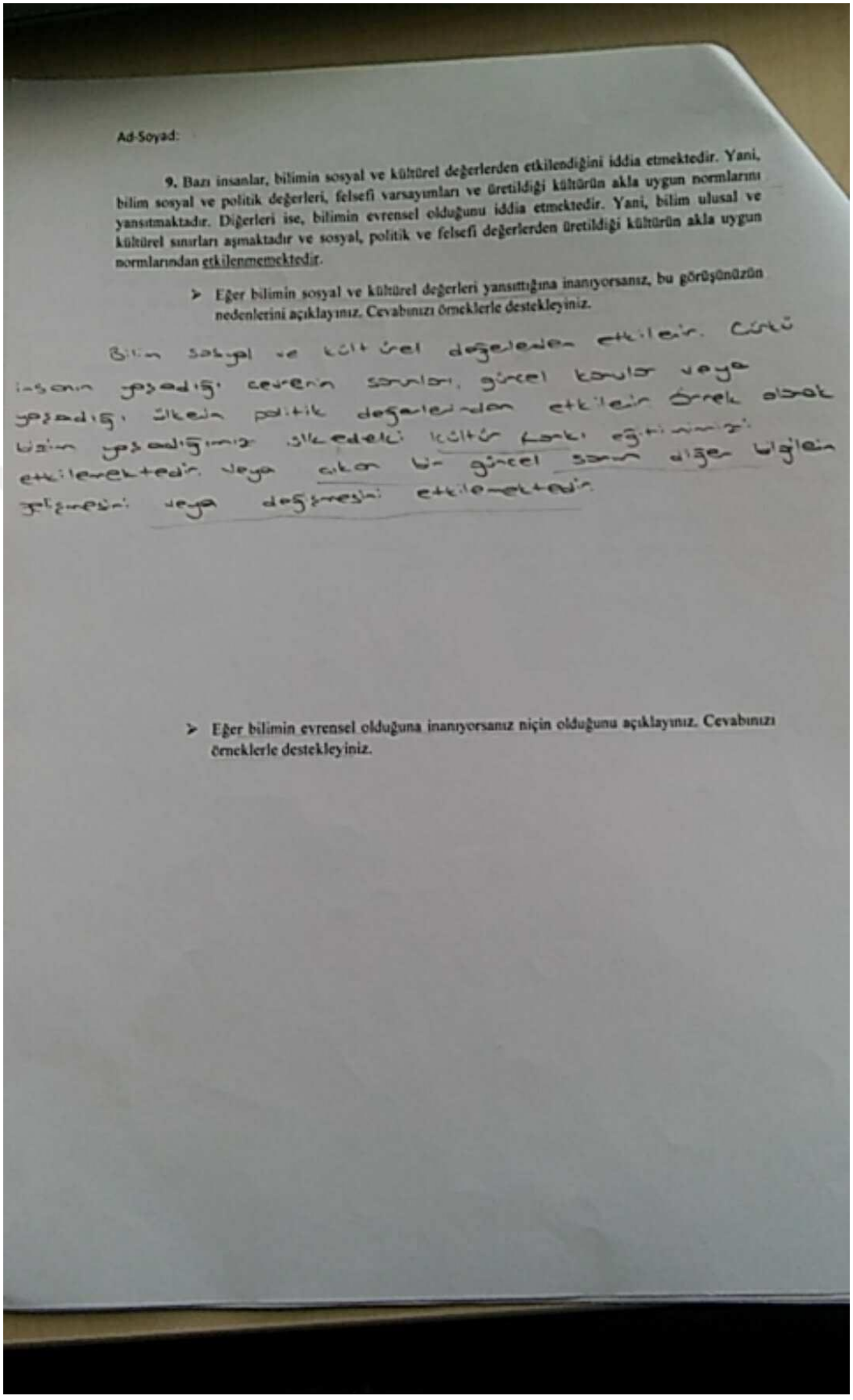
7. Fen bilimleri ders kitapları, "tür" kavramını tanımlarken "genellikle benzer özelliklere sahip organizmaların oluşturduğu ve verimli döller üretmek amacıyla birbirleriyle çiftleşen gruplar" ifadesini kullanmaktadır. Bilim insanları türün ne olduğuyla ilgili düşüncelerinden nasıl emin olmaktadırlar? Bilim insanlarının türün ne anlama geldiğine karar verirken hangi kanıtlara ihtiyaç duyduklarını düşünüyorsunuz?

bilim insanları bu kavramı tanımlarken önce çevreden gözlemleri kullandıklarını düşünüyorum. Çevredeki canlıların incelenmesi gerektiği fakat bunu gerçekleştirmek için çok az alanın ve bazı örnekler dolayısıyla edinilen bilgiler sonucunda karar verdiklerini düşünüyorum.

Ad-Soyad:

8. Dinozorların, günümüzden yaklaşık 65 milyon yıl önce soylarının tükendiği tahmin edilmektedir. Dinozorların soylarının tükenmesine ilişkin olarak ortaya atılan hipotezlerden ikisinin ön plana çıktığı görülmektedir ve bunların diğerlerine göre daha fazla kabul gördüğü ifade edilmektedir. Bu hipotezlerden ilkini savunan bilim insanlarına göre günümüzden 65 milyon yıl önce büyük bir meteor dünyaya çarpmış ve dinozorların soylarının tükenmesine neden olan bir dizi olaylar gerçekleşmiştir. İkinci hipotezin doğru olduğunu savunan diğer bir grup bilim insanı ise dinozor soylarının tükenmesinden, büyük ve şiddetli bir patlamanın sorumlu olduğunu düşünmektedirler. Her iki grupta yer alan bilim insanları, dinozor soylarının tükenmesi ile ilgili olarak elde edilen aynı veya birbirine benzer verileri kullanarak nasıl oluyor da birbirlerinden farklı çıkarımlara ulaşıyorlar? Açıklayınız.

Bu konu ile ilgili olarak bilim adamların kişisel kültürlerini düşünüyorum çünkü böyle olaylar doğaüstü olaylardır ve herkesin aklına gelebilecek türden değildir. Ayrıca bilim adamlarının böyle hipotez kurmalarına gerçekçi kişilik olarak arkeolojinin etkisinin olduğunu düşünüyorum. Arkeolojiden aldıkları bilgiler sonuç çıkarımlarında oluşmuş olabilirler.



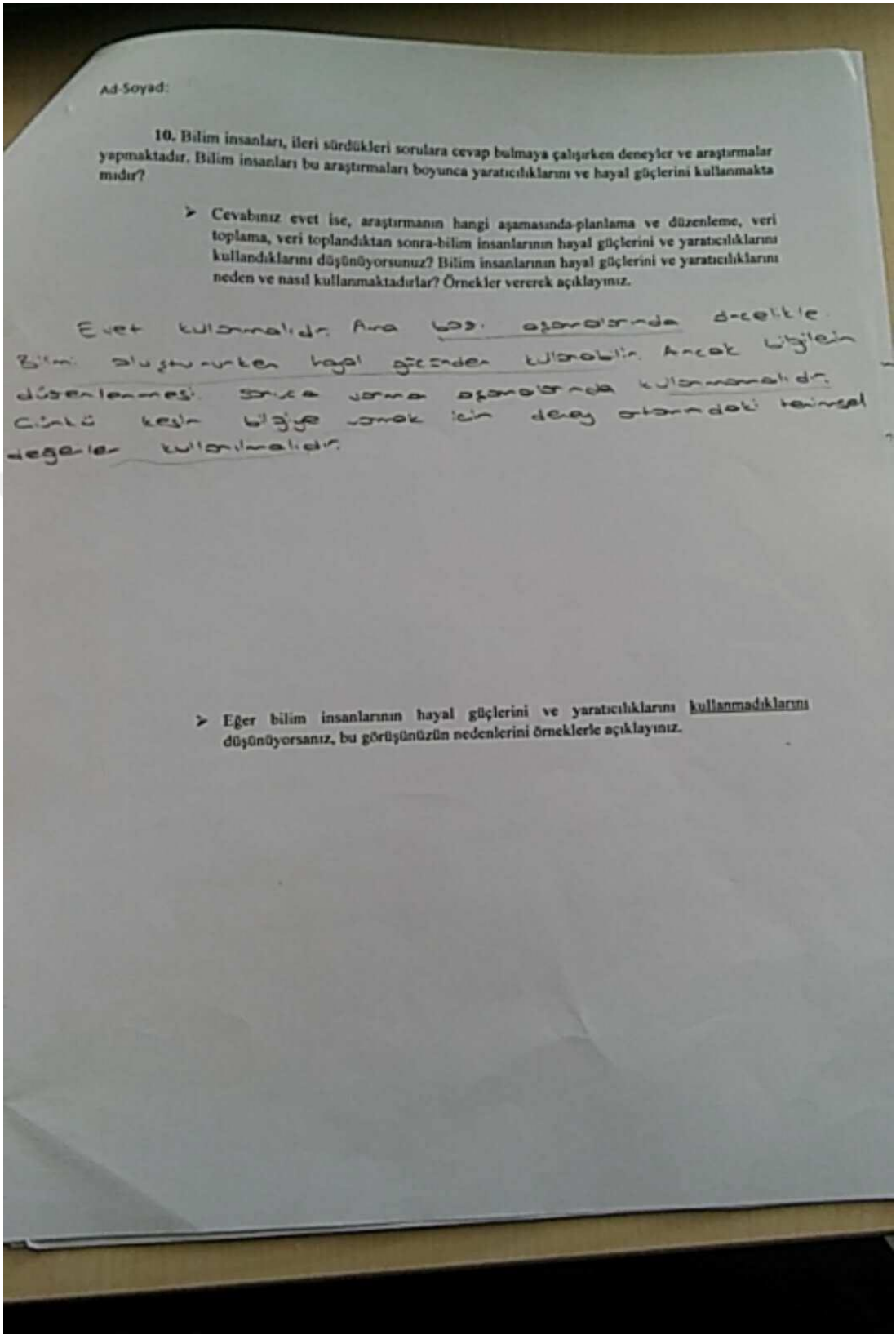
Ad-Soyad:

9. Bazı insanlar, bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini iddia etmektedir. Yani, bilim sosyal ve politik değerleri, felsefi varsayımları ve üretildiği kültürün akla uygun normlarını yansıtmaktadır. Diğerleri ise, bilimin evrensel olduğunu iddia etmektedir. Yani, bilim ulusal ve kültürel sınırları aşmaktadır ve sosyal, politik ve felsefi değerlerden üretildiği kültürün akla uygun normlarından etkilenmemektedir.

➢ Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız, bu görüşünüzün nedenlerini açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.

Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Çünkü insanın yaşadığı çevrenin sorunları, güncel konular veya yaşadığı ülkenin politik değerlerinden etkilenir örnek olarak bizim yaşadığımız ülkedeki kültür farkı eğitimimizi etkilemektedir veya çıkan bir güncel sorun diğer bilgilerin gelişmesini veya değişmesini etkilemektedir.

➢ Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız niçin olduğunu açıklayınız. Cevabınızı örneklerle destekleyiniz.



Ad-Soyad:

10. Bilim insanları, ileri sürdükleri sorulara cevap bulmaya çalışırken deneyler ve araştırmalar yapmaktadır. Bilim insanları bu araştırmaları boyunca yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmakta mıdır?

- Cevabınız evet ise, araştırmanın hangi aşamasında-planlama ve düzenleme, veri toplama, veri toplandıktan sonra-bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyorsunuz? Bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını neden ve nasıl kullanmaktadırlar? Örnekler vererek açıklayınız.

Evet kullanmalıdır. Ara bir aşamalarında direkt bilimi oluştururken hayal gücünden kullanabilir. Ancak bilgilerin düzenlenmesi sırasında son aşamalarında kullanmamalıdır. Çünkü kesin bilgiye varmak için deney sonundaki temsel değerler kullanılmalıdır.

- Eğer bilim insanlarının hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünüyorsanız, bu görüşünüzün nedenlerini örneklerle açıklayınız.

Ad-Soyad:

Ön test Kontrol

8

BİLİMİN DOĞASI ÜZERİNE GÖRÜŞLER ÖLÇEĞİ

1. Sizce "bilim" nedir? Bilimi (veya fizik, biyoloji gibi bir bilimsel alanı) diğer araştırma alanlarından (örneğin, din ve felsefe) farklı kılan şey/şeyler nelerdir?

Bilim kesin yollarla kanıtlanmış bilgilerdir. Bilim değişebilir. Din bilgiler değiştirilemez. Ancak fizik, kimya gibi bilim alanlarındaki bilgiler değiştirilebilir. Din veya felsefe bilgileri kesin kalıplar kalındadır. Ancak fizik gibi bilimsel alanlar kalıplar değiştirilebilir.

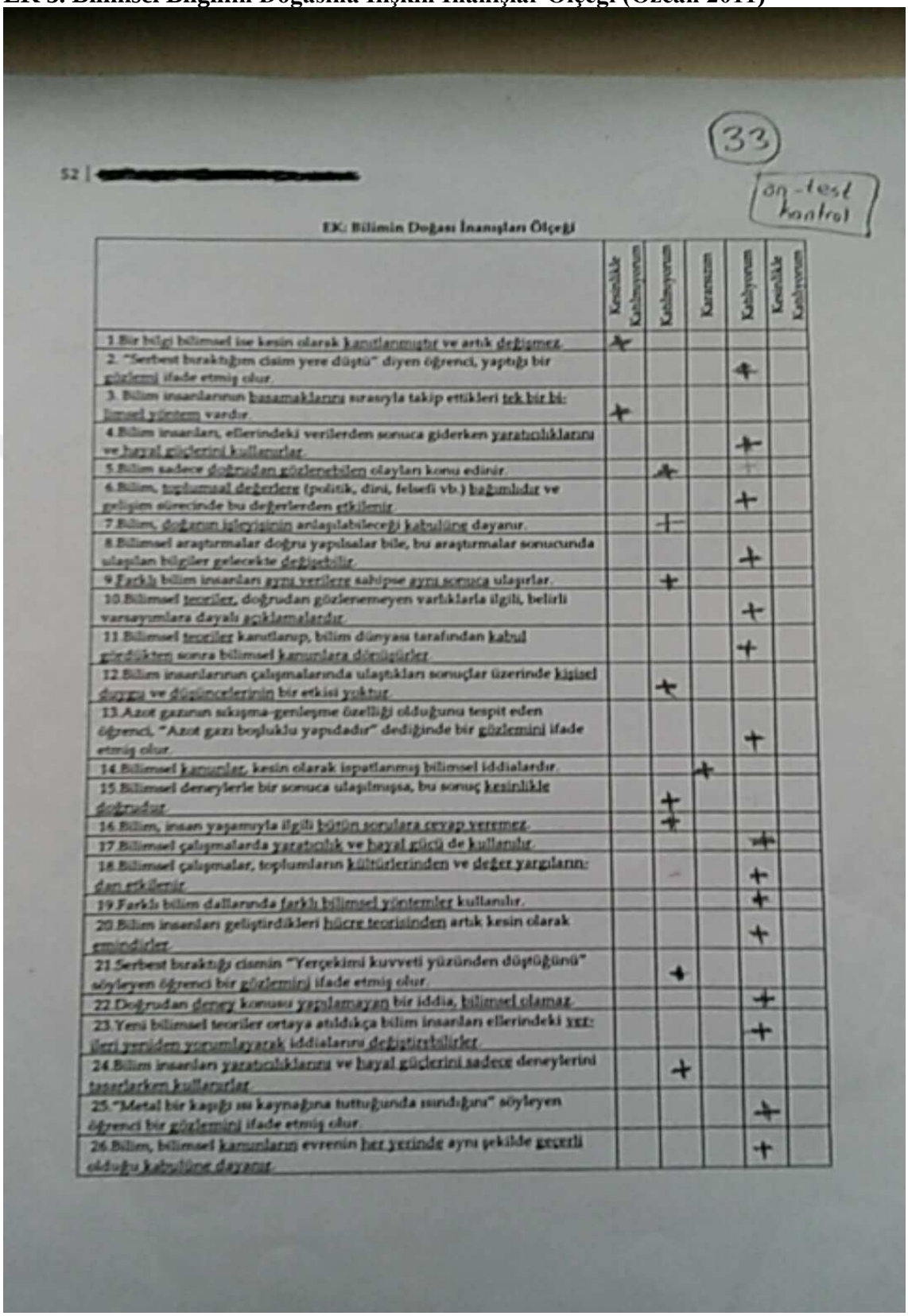
Yetersiz görüş (Bilimin kanıt gerektirdiğini söylüyor. Ancak öğrenci ve deneyin rolünü açıklayamıyor.

2. "Deney" nedir? Açıklayınız.

Bilgiye ulaşmak için yapılan gözlemler kanıtlama sağlasın için gözlemler bilgiye dönüştürme yöntemidir. Deney ortamı daha bilimsel ve gerçek ortamdan alınan bilgiyi az aldığı ortamdır. Deney ile kesin sonuçlara ulaşılabilir.

Kanıta dayalı	Bilimsel yöntem
YETERLİ	Yok

EK 3. Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin İnanışlar Ölçeği (Özcan 2011)



52 | [redacted]

33

ön-test kontrol

EK: Bilimin Doğası İnanışları Ölçeği

	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1.Bir bilgi bilimsel ise kesin olarak kanıtlanmıştır ve artık değişmez.	+				
2. "Serbest bıraktığım cisim yere düştü" diyen öğrenci, yaptığı bir gözlemi ifade etmiş olur.				+	
3. Bilim insanlarının basamaklarını sırasıyla takip ettikleri tek bir bilimsel yöntem vardır.	+				
4.Bilim insanları, ellerindeki verilerden sonuca giderken yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar.				+	
5.Bilim sadece doğrudan gözlemlenebilen olayları konu edinir.		+			
6.Bilim, toplumsal değerlere (politik, dini, felsefi vb.) bağımlıdır ve gelişim sürecinde bu değerlerden etkilenir.				+	
7.Bilim, doğanın işleyişinin anlaşılabileceği kabulüne dayanır.		+			
8.Bilimsel araştırmalar doğru yapılsalar bile, bu araştırmalar sonucunda ulaşılan bilgiler gelecekte değişebilir.				+	
9.Farklı bilim insanları aynı verilere sahipse aynı sonuca ulaşırlar.		+			
10.Bilimsel teoriler, doğrudan gözlenemeyen varlıklarla ilgili, belirli varsayımlara dayalı açıklamalardır.				+	
11.Bilimsel teoriler kanıtlanıp, bilim dünyası tarafından kabul gördükten sonra bilimsel kanunlara dönüşürler.				+	
12.Bilim insanlarının çalışmalarında ulaştıkları sonuçlar üzerinde kişisel duygu ve düşüncelerinin bir etkisi yoktur.		+			
13.Azot gazının sıkışma-genleşme özelliği olduğunu tespit eden öğrenci, "Azot gazı boşluklu yapıdadır" dediğinde bir gözlemini ifade etmiş olur.				+	
14.Bilimsel kanunlar, kesin olarak ispatlanmış bilimsel iddialardır.			+		
15.Bilimsel deneylerle bir sonuca ulaşılmışsa, bu sonuç kesinlikle doğrudur.		+			
16.Bilim, insan yaşamıyla ilgili bütün sorulara cevap veremez.		+			
17.Bilimsel çalışmalarda yaratıcılık ve hayal gücü de kullanılır.				+	
18.Bilimsel çalışmalar, toplumların kültürlerinden ve değer yargılarından etkilenir.				+	
19.Farklı bilim dallarında farklı bilimsel yöntemler kullanılır.				+	
20.Bilim insanları geliştirdikleri hücre teorisinden artık kesin olarak eminlerler.				+	
21.Serbest bıraktığı cismin "Yerçekimi kuvveti yüzünden düştüğünü" söyleyen öğrenci bir gözlemini ifade etmiş olur.		+			
22.Doğrudan deney konusu yapılamayan bir iddia, bilimsel olamaz.				+	
23.Yeni bilimsel teoriler ortaya atıldıkça bilim insanları ellerindeki veriyi yeniden yorumlayarak iddialarını değiştirebilirler.				+	
24.Bilim insanları yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini sadece deneylerini tasarlarken kullanırlar.		+			
25."Metal bir kaşığı su kaynağına tuttuğunda ısındığını" söyleyen öğrenci bir gözlemini ifade etmiş olur.				+	
26.Bilim, bilimsel kanunların evrenin her yerinde aynı şekilde geçerli olduğu kabulüne dayanır.				+	

EK 4. Güncel Bilimsel Olaylara İlişkin Okuma Parçaları

Örnek Olay 1

Yapılan yeni bir araştırmaya göre, kuzgunlar besinlerini sakladıkları sırada saldırıya uğrayabileceklerini zihinlerinde daha önceden canlandırabiliyor!

Bilim insanları, kuzgunların besinlerini sakladıkları sırada gösterdikleri davranışları inceledikleri çalışmada, kuzgunların sadece insan türüne ait olmayan bir beceri olan soyut düşünme kapasitesine sahip olduklarını tespit ettiler.



(Genç kuzgunlar, kendi aralarında ittifaklar kurabilmeleri ve gerektiğinde bu ittifakları bozabilmeleri bakımından sosyal bir esnekliğe (uysallığa) sahip olmaları ile bilinirler)

Araştırma sonucuna göre, kuzgunlar, bir zamanlar yalnızca insana ait olduğu düşünülen soyut düşünme becerileri sayesinde, kendilerine rakip olan ve ondan saklanan başka bir kuzgunun saldırısını önceden tahmin edebiliyor.

Bilim insanları bir kuzgunun, hareketlerinin bir başka kuzgun tarafından izlendiğinden şüphelendiği anda, şüphelendiği kuzgunun gerçekte orada olmaması halinde bile, besinlerini saklarken ekstra dikkat gösterdiği sonucuna varmışlardır.

Nature Communications dergisinde yayınlanan araştırmada elde edilen bulgulara göre, kuzgunların herhangi bir doğrudan gözlem yapma fırsatı bulmaksızın, kendileri hakkında diğer bir kuzgunun zihninden neler geçirdiğini anlama kapasitesine sahip oldukları görüşü paylaşılmıştır.

Araştırmayı yürüten ekibin başında yer alan ve Viyana Üniversitesinde "Hayvan Davranışlarında Sosyobiliş" dalında profesör olarak görev yapan Thomas Bugnyar isimli bilim insanı, araştırma sonucunda elde edilen bulguların, yalnızca insanların sahip oldukları düşünülen bazı özel genlerin hayvanlarda da bulunabileceğini gösterdiğini belirtmiştir.

Çalışmanın uygulama aşamasında, bilim insanları daha önceden kafeslerde esir olarak tutulan 10 tane kuzgun ile altı aylık bir süreç boyunca çalışma yapmışlardır. Kuşlar başlangıçta açık bırakılan ve böylece bir kuzgunun kendisine verilen besini saklamaya çalışan diğer bir kuzgunu gözetleyebileceği bir pencere aracılığıyla birbirleriyle bağlantılı olan odalara konulmuşlardır. Araştırmacılar daha sonra pencereyi kapatmış, ancak bu pencerenin içine kuzgunların birbirlerini gözetleyebileceklerinin öğretilmesinin ardından gözetleme imkanı bulabilecekleri bir gözetleme deliği açmışlardır.

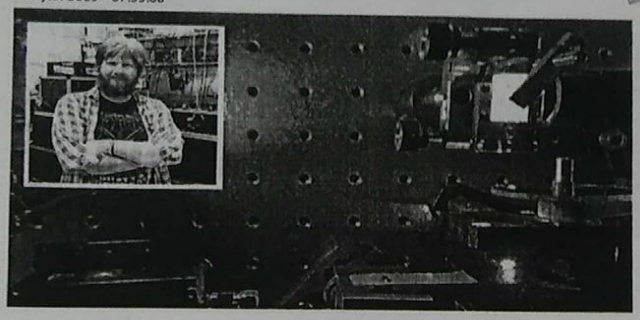
Bu basit eğitimin tamamlanmasının ardından, bir kuzgunun tam da yiyeceğini saklamaya çalıştığı sırada bilim insanları kuzgun seslerinin kaydedildiği bir ses kaydını yüksek sesli bir şekilde açmışlardır. Bunun sonucunda, yiyeceğini saklamaya çalışan kuzgunun yalnızca gözetleme deliği açık konumdayken ekstra dikkat gösterdiği görüldü. Gözetleme deliği kapatıldığında ise bant kaydında yer alan kuzgun sesleri ne kadar çok şiddetli ve duyulabilir olsa da, yiyeceğini saklamaya çalışan kuzgunun gözetleme deliğinin kapalı olmasından dolayı yiyeceğini saklama konusunda herhangi bir ekstra dikkat göstermediği görülmüştür.

Önceki araştırmalar, özellikle şempazelerle yapılanlar, insan dışındaki canlıların diğer canlıların ne gördüğünü anlayabildiklerini göstermiştir. Fakat, onların bunu bireylerin, bilim insanlarının deyimiyle "ipucu içeren bakışlar" olarak adlandırdıkları baş veya göz hareketlerini gözetleyerek yaptıkları varsayılmıştır.

Hürriyet

Ölçülemez denileni ölçtü

Razi CANİKLİGİL/NEW YORK
08 Eylül 2015 - 07:35:08



İNGLİTERE'nin dünyaca ünlü Cambridge Üniversitesi'nde kuantum fiziği üzerine çalışan Doç. Dr. Mete Atatüre, ölçülmesi imkânsız olarak kabul edilen 'ışık seviyesinin gürültü ölçümü'nü başarıyla yaparak tarihi bir başarı gerçekleştirdi.

Bilkent Üniversitesi mezunu olan Atatüre'nin başarısı dünyanın ileri gelen bilim dergilerinde duyuruldu. Işığı 'sıkıştırma' denen yöntemle ölçümü uygulayan Atatüre bunu yaparken atomdan 100 kat daha güçlü bir süper atom elde etti. Bunu nasıl gerçekleştirdiğiniyse şöyle anlattı:

35 YILDIR BAŞARILAMAMIŞTI

"Bu çok küçük ama çok temel kuantum etkiyi gözlemlevebilmek için önce doğal atom yerine, kuantum nokta dediğimiz yarı-iletken nanomateryal kullandık. Böylece ışıkla etkileşimi tek bir atomdan 100 kat daha fazla olan bir 'süper atom' elde etmiş olduk. Yıllardır gözlenemeyen bu kuantum gürültüsünü böylece net bir şekilde ortaya çıkardık. Yani, tam karanlıkta bile her daim var olduğunu düşündüğümüz temel gürültü seviyesinin, o karanlığa çok az miktar ışık eklediğimizde düşürülebileceğini ispat ettik. Bu etkinin var olabildiği deney koşullarında gürültü ölçümü 35 yıldır çok denenmesine rağmen başarılamamıştı. Bunun ana sebebi olarak, etkinin varolduğu ışık seviyesinin gürültü ölçümü için çok az olmasıydı." Doç Dr. Mete Atatüre, çalışmalarındaki amacı ve hedefleriniyse şöyle özetledi: "Doğayı ya da ışığın doğasını daha iyi anlamak. Yani, CERN deneyleri ile aynı kategoride denebilir."

KUANTUM GÜRÜLTÜSÜ NEDİR?

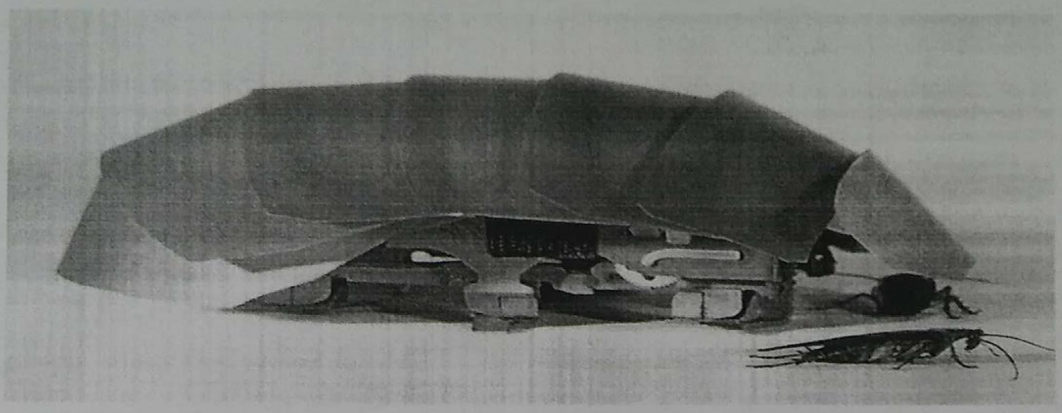
Atatüre üzerinde çalıştığı alanı şöyle tanımlıyor: "Işık sinyalindeki gürültüye 'kuantum gürültüsü' denir. 'Deniz seviyesi' dediğimiz şeyin aslında dalgalar yüzünden değişiyor olması gibi düşünebiliriz. Işık şiddeti arttıkça gürültü de artar. Lazer ışığındaki ile araba farından gelen ışığın gürültüsü birbirinden farklıdır. Hepsinin ortak noktasıysa tam karanlıkta bile var olan kuantum gürültü seviyesinin altına inemiyor olmalarıdır."

YORUMLAR (8)

David Phooter (http://sosyal.hurriyet.com.tr/Profil/David-Phooter_414041)
Cooo!
(http://sosyal.hurriyet.com.tr/Profil/David-Phooter_414041)
Öne Çıkar | 0 — 153 gün önce

Melis Kalahan (http://sosyal.hurriyet.com.tr/Profil/Melis-Kalahan_4796) Mete demişler ama bu bildiğin Hans yahu
(http://sosyal.hurriyet.com.tr/Profil/Melis-Kalahan_4796)
Öne Çıkar | 2 — 189 gün önce

Örnek Olay 3: Hamam Böcekleri



Çoğumuz için hamam böcekleri mide bulandırıcı, iğrenç kara böceklerdir. Fakat Berkeley Kaliforniya Üniversitesi'nden bilim insanları için bu böcek, yeni nesil robotlar üretmek için ilham kaynağı oldu. Araştırmacılar robotların ufacık çatlaklar ve yarıklardan nasıl geçtiğini araştırarak, benzer kabiliyetlere sahip bir robot geliştirdiler.

Bu özelliklerin çoğu iğrenç olsa da, evrimde etkileyici örnekler olduğuna şüphe yok. Bu tuhaf böceklerin en ilginç özelliklerden biri de kendi vücut ağırlıklarının tam 900 katına dayanabilmeleridir. Ayrıca, araştırmacılar bu böceklerin sıkıştırıldıklarında kendi boyutlarının dörtte birine kadar sıkıştırılabildiklerini ve halen çok hızlı kaçabiliyorlar gözlemledi.

" Asıl etkileyici özellik ise hamamböceklerinin 6 mm'lik bir aralıktan sanki 12 mm'lik bir aralık gibi hızla geçebilmeleriydi, bunu ayaklarını tümüyle dışarı doğru düzelterek yapıyorlar. Normalde 12 mm yüksekliğinde boylarıyla rahatça koşarken, 2,5 mm yüksekliğe vücutlarını sıkıştırabiliyorlar- yani iki penny kadar yüksekliğe," diyor araştırmanın lideri Kaushik Jayaram.

CRAM adı verilen robotu geliştirmek için; hamam böcekleri hızlı kameralar kullanılarak filme alınarak, boğumlu mekanizmalara sahip sıkıştırılabilir bir robot geliştirildi. Hamamböceklerinin nasıl olup da dar çatlaklardan geçtiğini anlamak için, ayaklarını daha fazla kullanmadıklarını, bunun yerine omurlarını kullanarak kaval kemiklerini ileri ittiklerini gördüler. Bu sanki dört ayak yürürken dirseklerine yük bindirerek, dirsekle bileğinizin arasını kullanarak dar bir yerden geçmenize benziyor.

Sonrasında araştırmacılar her ne kadar hamam böcekleri kadar yassılaşamasa da kendi boyutunun yarısına inebilen bir robot ürettiler. Bu robot plastik kabuğu ile hamam böceğinin basınç altında deforme olmamasını sağlayan bir dış iskeletini ürettiler. Robotun zımpara gibi yüzeylerde kolayca ilerlediğini buldular.

Araştırmacılar CRAM gibi robotların depremler gibi felaketlerde arama kurtarma görevlerinde kullanılabileceğini düşünüyorlar. Ekibin araştırması PNAS dergisinde 8 Şubat'ta yayınlandı.

EİNSTEIN YİNE HAKLI ÇIKTI! KÜTLEÇEKİM DALGALARI İLK KEZ GÖZLEMLENDİ

Günümüzden 1,3 milyar yıl önce, iki karadeliğin birleşmesi sonucu uzaya yayılan kütleçekim dalgalarının varlığı, nihayet, bilim insanları tarafından saptandı. 'Bugüne kadar sağır olduğumuz uzayda, ilk defa kütleçekim dalgalarını duyabiliyoruz.' ABD'deki LIGO (Lazer İnterferometre Yerçekimi Dalgası Gözlemevi) direktörü David Reitze, evreni anlamak adına çok büyük bir adım olan kütleçekim dalgalarının keşfini bu sözlerle açıkladı. Aslında bu, şu demek oluyor: Artık evreni daha iyi anlayabileceğiz. Yani bilim insanları, daha iyi anlayabilecek. Çünkü, şimdi evreni sadece görmüyorlar, duyuyorlar da...

Genel Görelilik Kuramı'nın 100. yıldönümü

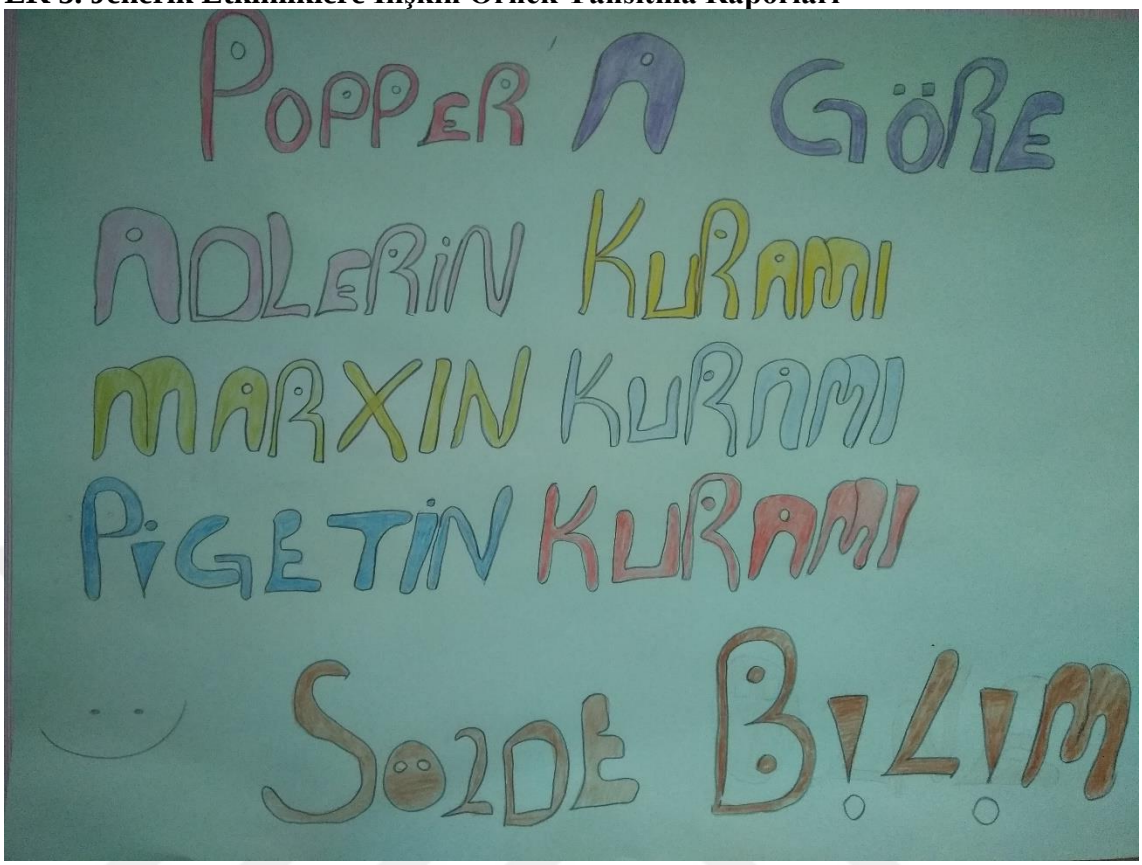
Einstein'ın öyküsüne Principia ile başlamak gerekir. 1687'de bu kitap yayımlandığından beri, Newton yasalarına göre evreni şekillendiren biricik etkinin kütleçekim olduğunu biliyoruz. Ayrıca kitap cisimlerin hareketini de tanımlayarak kütle, kuvvet ve ivme arasındaki ilişkiyi de formülleştiriyor. Ancak, Newton'un kütleçekim yasası, bir cevap olmaktan öte bir isimlendirmeden ibaret kalıyor. Newton'un elması yere düşer, çünkü kütleçekimi var. Kütleçekimi neden var? Çünkü yerin kütlesi var. Kütleler neden birbirini çeker? İşte bu temel sorunun cevabı Newton'da yok. İngiliz filozof David Hume bilimin bu olmadığını, gerçek bilimin sadece bir neden-sonuç ilişkisinden çok deneyim ve kanıtlarla desteklenen sağlam bir altyapısı olması gerektiğini söyler. Einsten, Hume'den bu anlamda çok etkilenmiştir. Kütleçekim yasasının nasıl çalıştığı onu ilgilendirmiyor, o kütleçekimin kaynağının ne olduğunu anlamaya çalışıyordu. Aslında tüm bilimsel çabası benzer bir felsefeye dayanıyordu. 'Tanrı'nın ne düşündüğünü anlamak istiyorum. Geri kalan her şey ayrıntıdan ibaret.' sözü de bunu açıkça ortaya koyuyor.

Newton'dan yaklaşık 230 yıl sonra Albert Einstein genel görelilik kuramını ortaya atarak fizikte bir devrim yarattı. Einstein'a göre her cisim kütlesiyle orantılı olarak uzay-zamanı büker ve diğer cisimler de bu bükülmüş uzay-zaman içinde hareket ederek kütleçekimini hisseder. Yani uzay-zaman, cisimlerin birbirini çekmesi için bir aracı vazifesi görür.

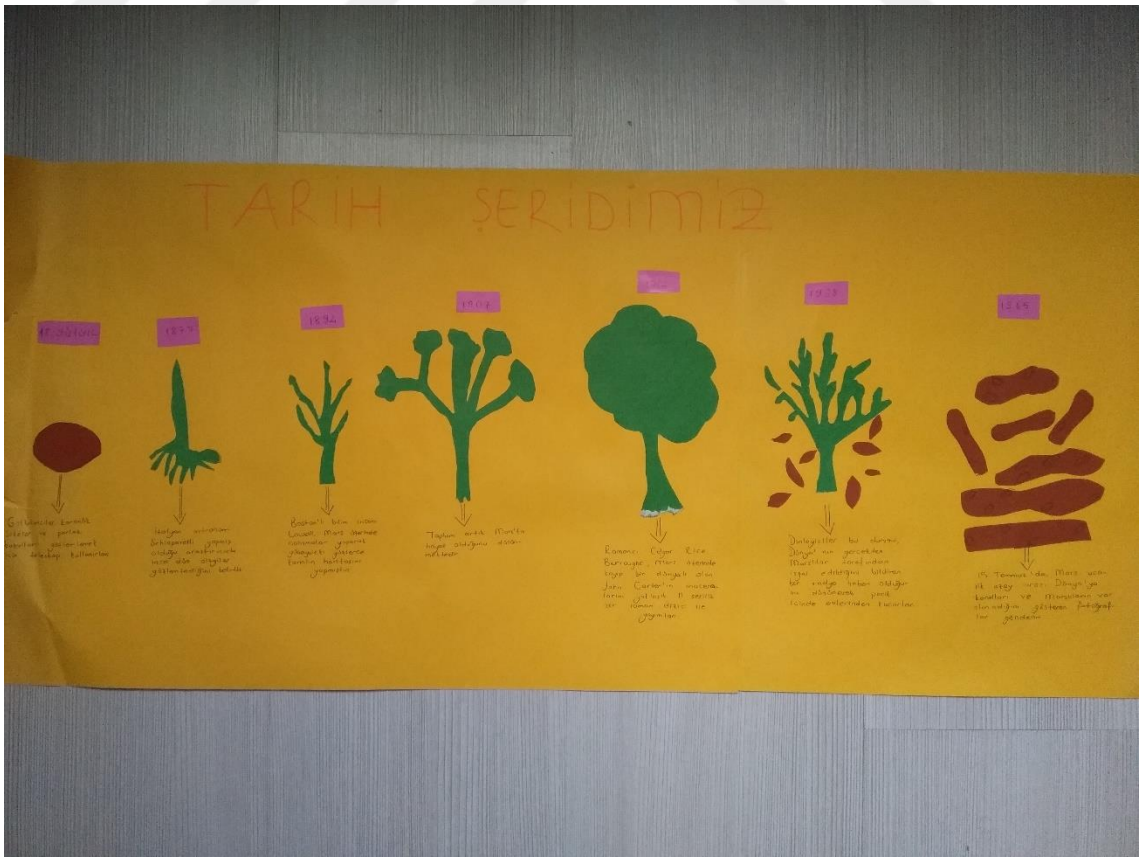
Tabi her kuram gibi genel görelilik kuramının da doğrulanması gerekiyordu. Bunun için genel görelilik kuramının Newton fiziğine ne gibi değişiklikler getirdiğini görelim: 1) Işığın kütleçekimi altında bükülmesi, 2) Ağır cisimlerin yakınında zamanın yavaş akması, 3) Merkür'ün yörüngesinde küçük bir sapma, 4) Kara delikler, 5) Kütleçekim dalgaları.

Uzay-zaman terminolojisinde sadece uzayı değil, zamanı da geometrik bir kavram olarak kullanıyoruz. Nasıl ki cisimlerin izlediği yollar eğilip bükülebiliyorsa, cisimlerin içinde bulunduğu zaman dilimi de eğiliyor. Dünya'nın yörüngesindeki bir uydudan Dünya'daki bir olayı gözlemlerken, eşzamanlı olayları takip etmek istersek zamandaki bükülmeyi de dikkate almak zorundayız. Çünkü yere yaklaştıkça zaman, uzaya göre hızlı akar. Bunu anlamak için paralel düşen elmalara benzer bir örnek kullanalım. İki farklı zamanda gerçekleşen iki olay düşünelim. Örneğimiz bir ışığın yanıp sönmesi olsun. Işığın uzayda yanmasıyla sönmesi arasında geçen zaman, yeryüzünde yanmasıyla sönmesi arasında geçen zamana göre daha uzundur. Fakat bunu ölçmek için bir saat kullanırsak bu durumu fark edemeyiz. Çünkü saatin uzayda ölçtüğü bir saniye ile yeryüzünde ölçtüğü bir saniye bağımsız bir gözlemci için farklı olacaktır. Ancak yeryüzündeki ışığın yanmasıyla sönmesi arasındaki süreyi uzaydaki saat ile takip edersek aradaki farkı gözlemleyebiliriz. Özetle, zaman, kütleçekimi etkisiyle bükülmüştür. Aynı olayın başlangıç ve bitişi arasında geçen süre yerde daha kısa olduğu için, uzaydan yerdeki bir olaya bakan

EK 5. Jenerik Etkinliklere İlişkin Örnek Yansıtma Raporları



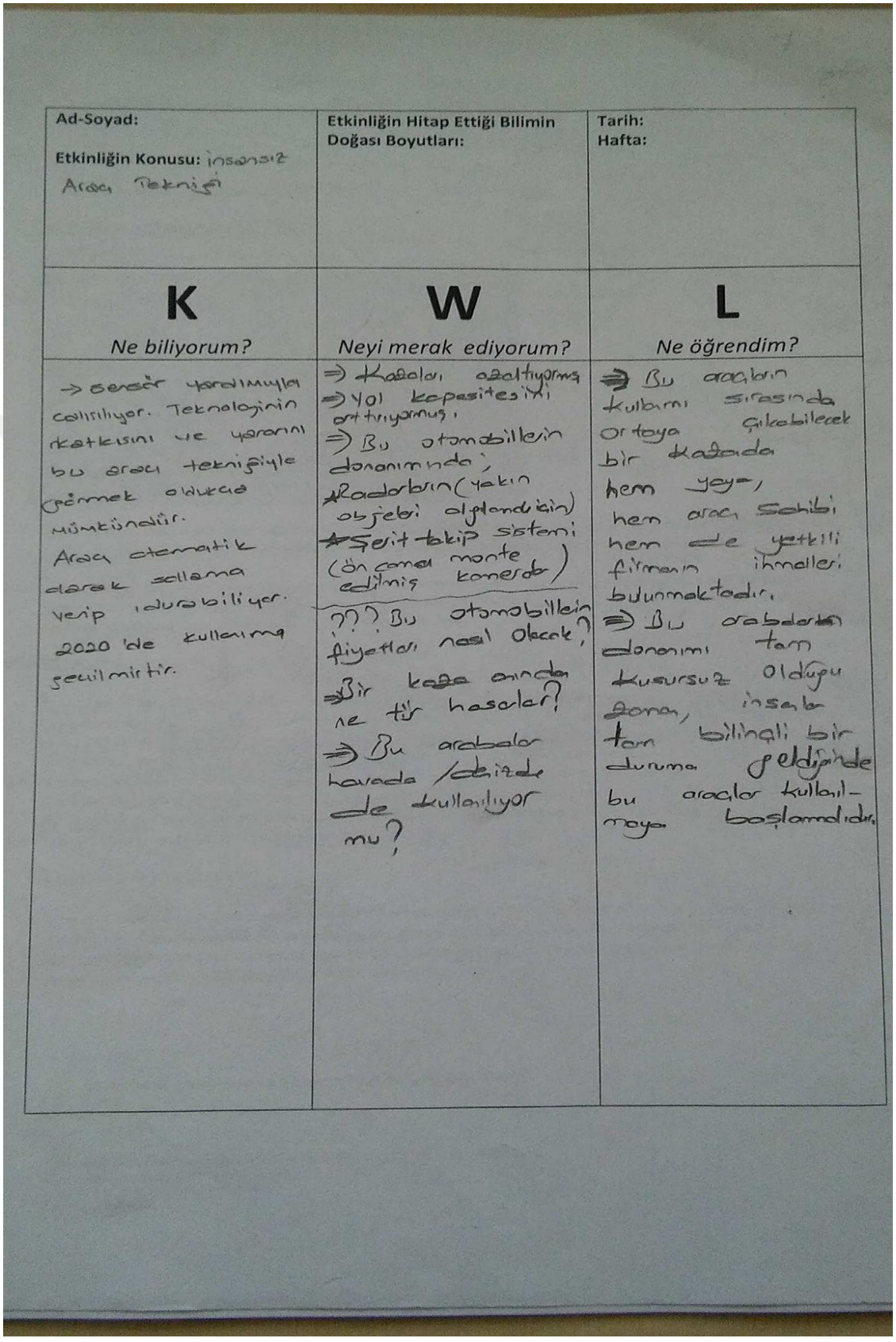

1965
1938
1912
1907
1894
1877
18. YY
MARKSA YOLCULUK


TARİH ŞERİDİMİZ

...DÜNYA'DAN KAÇIŞ MARŞ'A YOLCULUK...
...2016...
...1964...
...1938...
...1312...
...1907...
1894
1877

TARİHSEL GELİŞİM...
KIZIL GEZEGEN
19. YÜZYIL
1877
1894
1907
1912
1938
Neredeler?
LEMAN ROLAT
ILYAS BEZENDİ
TUĞBA ATMACA

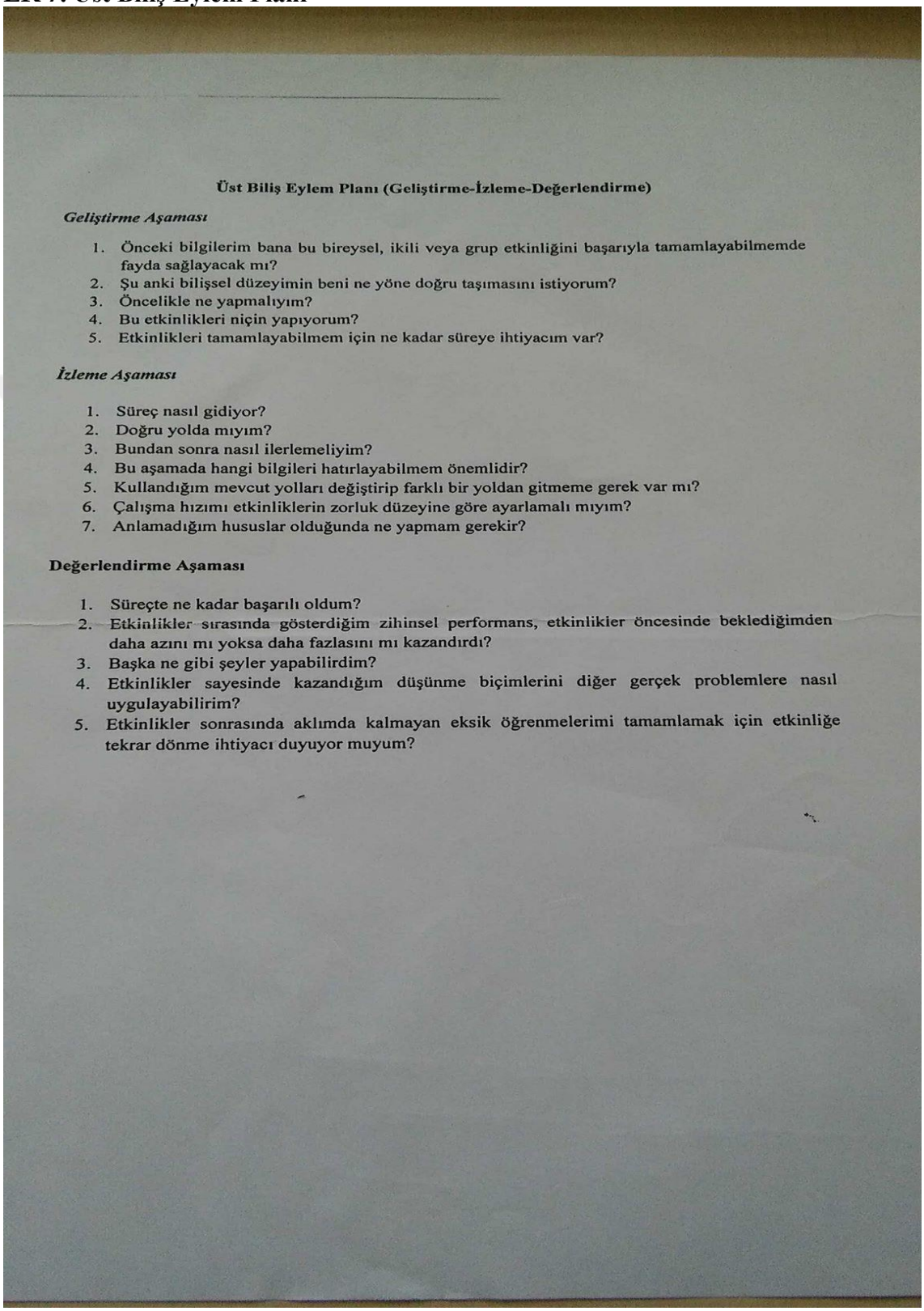
EK 6. Örnek "Ne Biliyorum-Ne Öğrenmek İstiyorum-Ne Öğrendim" Formları



Ad-Soyad: Etkinliğin Konusu: insansız Araç Teknigi	Etkinliğin Hitap Ettiği Bilimin Doğası Boyutları:	Tarih: Hafta:
K *Ne biliyorum?*	**W** *Neyi merak ediyorum?*	**L** *Ne öğrendim?*
→ Sensör yardımıyla çalışılıyor. Teknolojinin katkısını ve yararını bu araç tekniğiyle görmek oldukça mümkündür. Araç otomatik olarak sollama yapıp durabiliyor. 2020 'de kullanıma sunulmuştur.	⇒ Kazaları azaltıyormuş ⇒ Yol kapasitesini arttırıyormuş. ⇒ Bu otomobillerin donanımında; Radarların (yakın objeleri algılandıkları) Şerit takip sistemi (önceden monte edilmiş kameralar) ??? Bu otomobillerin fiyatları nasıl olacak? ⇒ Bir kaza anında ne tür hasarlar? ⇒ Bu arabalar havada / denizde de kullanılıyor mu?	⇒ Bu araçların kullanımı sırasında ortaya çıkabilecek bir kazada hem yaya, hem araç sahibi hem de yetkili firmanın ihmalleri bulunmaktadır. ⇒ Bu arabaların donanımı tam kusursuz olduğu zaman, insanlar tam bilinçli bir duruma geldiğinde bu araçlar kullanmaya başlanmıştır.

Ad-Soyad: Kübra Yıldırım Etkinliğin Konusu:	Etkinliğin Hitap Ettiği Bilimin Doğası Boyutları:	Tarih: Hafta:
K *Ne biliyorum?*	**W** *Neyi merak ediyorum?*	**L** *Ne öğrendim?*
1- Bilgilerimizin değişken olduğunu 2- Teorilerin kesin bilgi olmadığını 3- Bilginin çeşitli gözlem ve deneyler ışığında şekillendiğini 4- Bilimsel bilginin değişken olduğunu	→ Sosyal ve kültürel aktörler - bilimsel bilgiyi nasıl etkiliyor? → Bizlere bilimsel olarak aktarılan bilgiler gerçekten bilimsel mi?	→ Bilimsel bilgi nesnel değildir, değiştirilebilir. → Zihnimizde oluşan "nesnellik" kavramını toplumsal ve kültürel yapının çok etkilediği → Bilimsel bilginin bir kesinlik belirtmediği, değiştirildiğini ve geliştirilebilir olduğunu

EK 7. Üst Biliş Eylem Planı



Üst Biliş Eylem Planı (Geliştirme-İzleme-Değerlendirme)

Geliştirme Aşaması

1. Önceki bilgilerim bana bu bireysel, ikili veya grup etkinliğini başarıyla tamamlayabilmemde fayda sağlayacak mı?
2. Şu anki bilişsel düzeyimin beni ne yöne doğru taşımasını istiyorum?
3. Öncelikle ne yapmalıyım?
4. Bu etkinlikleri niçin yapıyorum?
5. Etkinlikleri tamamlayabilmem için ne kadar süreye ihtiyacım var?

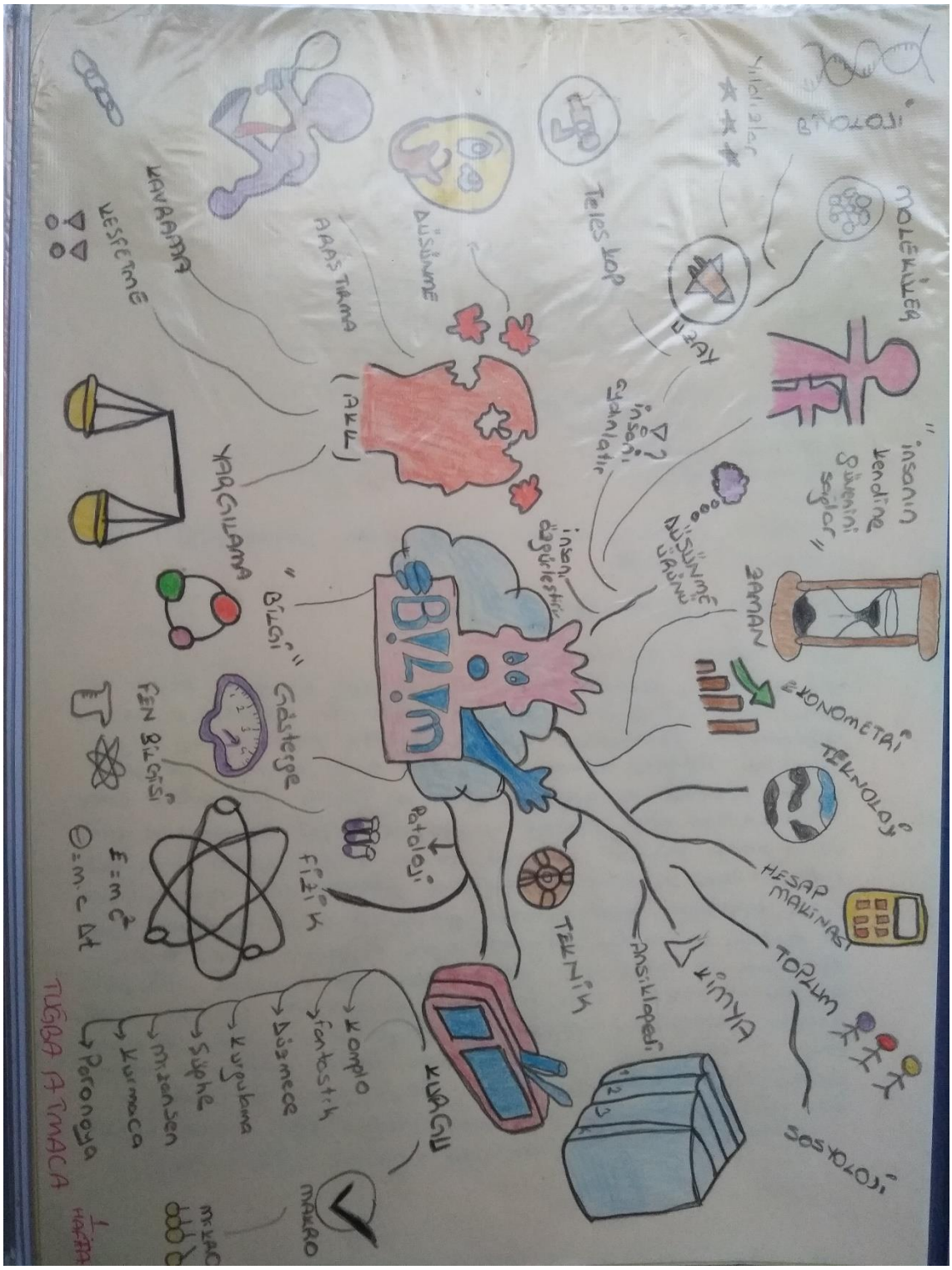
İzleme Aşaması

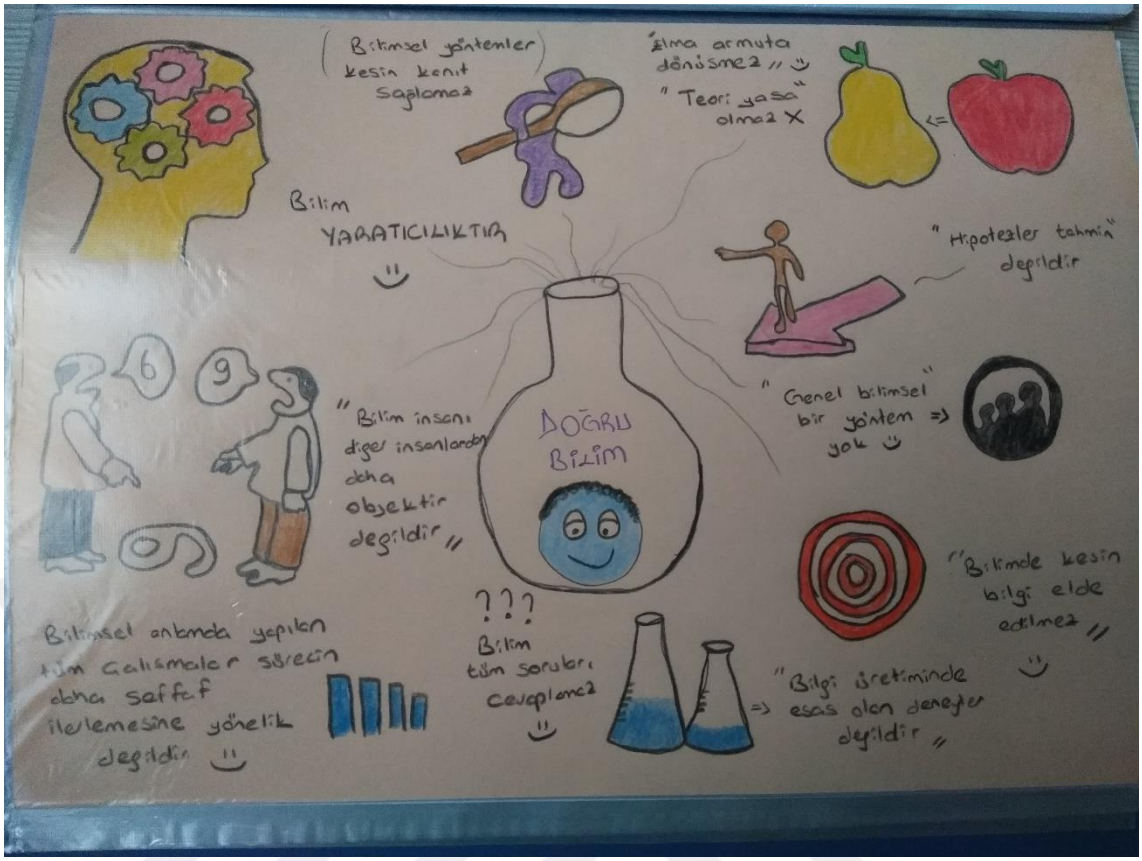
1. Süreç nasıl gidiyor?
2. Doğru yolda mıyım?
3. Bundan sonra nasıl ilerlemeliyim?
4. Bu aşamada hangi bilgileri hatırlayabilmem önemlidir?
5. Kullandığım mevcut yolları değiştirip farklı bir yoldan gitmeme gerek var mı?
6. Çalışma hızımı etkinliklerin zorluk düzeyine göre ayarlamalı mıyım?
7. Anlamadığım hususlar olduğunda ne yapmam gerekir?

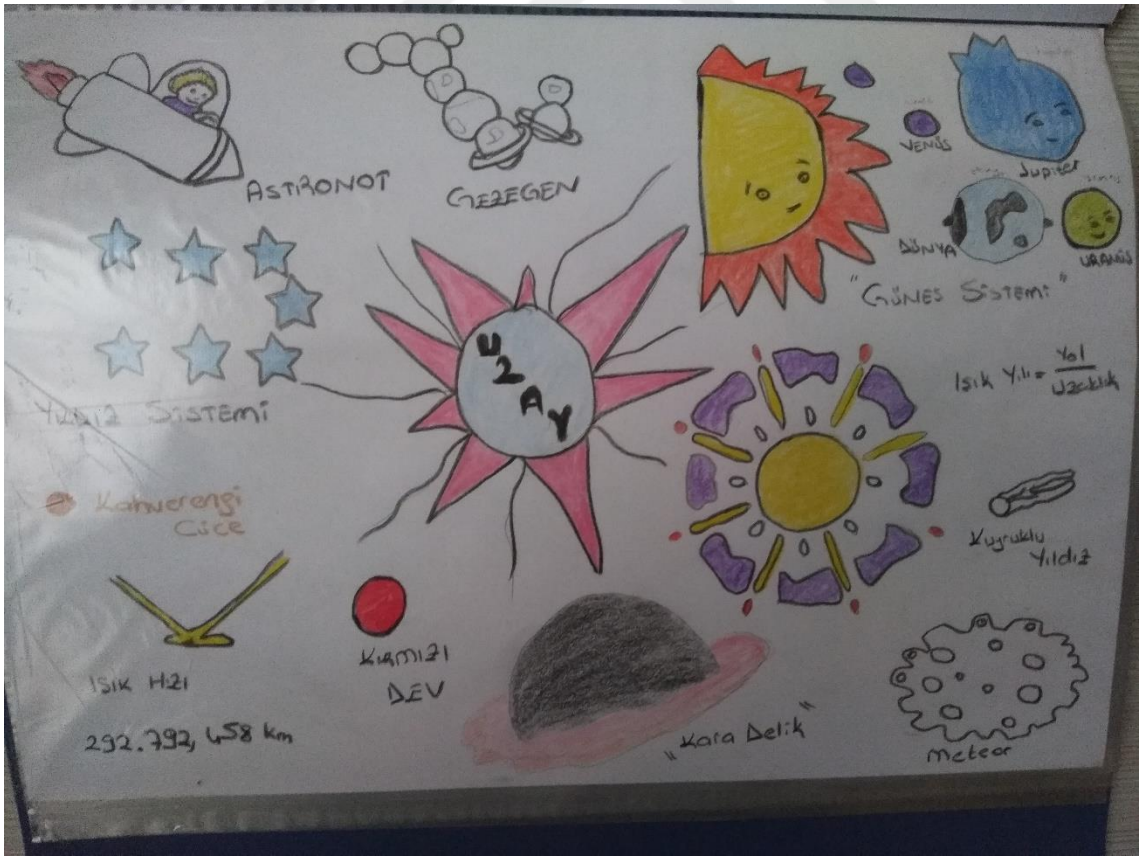
Değerlendirme Aşaması

1. Süreçte ne kadar başarılı oldum?
2. Etkinlikler sırasında gösterdiğim zihinsel performans, etkinlikler öncesinde beklediğimden daha azını mı yoksa daha fazlasını mı kazandırdı?
3. Başka ne gibi şeyler yapabilirdim?
4. Etkinlikler sayesinde kazandığım düşünme biçimlerini diğer gerçek problemlere nasıl uygulayabilirim?
5. Etkinlikler sonrasında aklımda kalmayan eksik öğrenmelerimi tamamlamak için etkinliğe tekrar dönme ihtiyacı duyuyor muyum?

EK 8. Örnek Zihin Haritaları




Bilimsel yöntemler kesin kanıt sağlamaz
Elma armuta dönüşmez
"Teori yasa" olmaz X
Bilim YARATICILIKTIR
"Hipotezler tahmin" değildir
DOĞRU BİLİM
"Bilim insanı diğer insanlardan daha objektif değildir"
"Genel bilimsel bir yöntem yok
Bilimsel ortamda yapılan tüm çalışmalar sürecin daha saffaf ilerlemesine yönelik değildir
???
Bilim tüm soruları cevaplamaz
"Bilgi üretiminde esas olan deneyler değildir"
"Bilimde kesin bilgi elde edilmez"


ASTRONOT
GEZEGEN
VENÜS
Jupiter
DÜNYA
URANÜS
"GÜNEŞ SİSTEMİ"
UZAY
Yıldız Sistemi
Kahverengi Cüce
Işık Yılı = Yol / Hızlık
Kuyruklu Yıldız
Kırmızı DEV
Işık Hızı
292.792,458 km
"Kara Delik"
Meteor

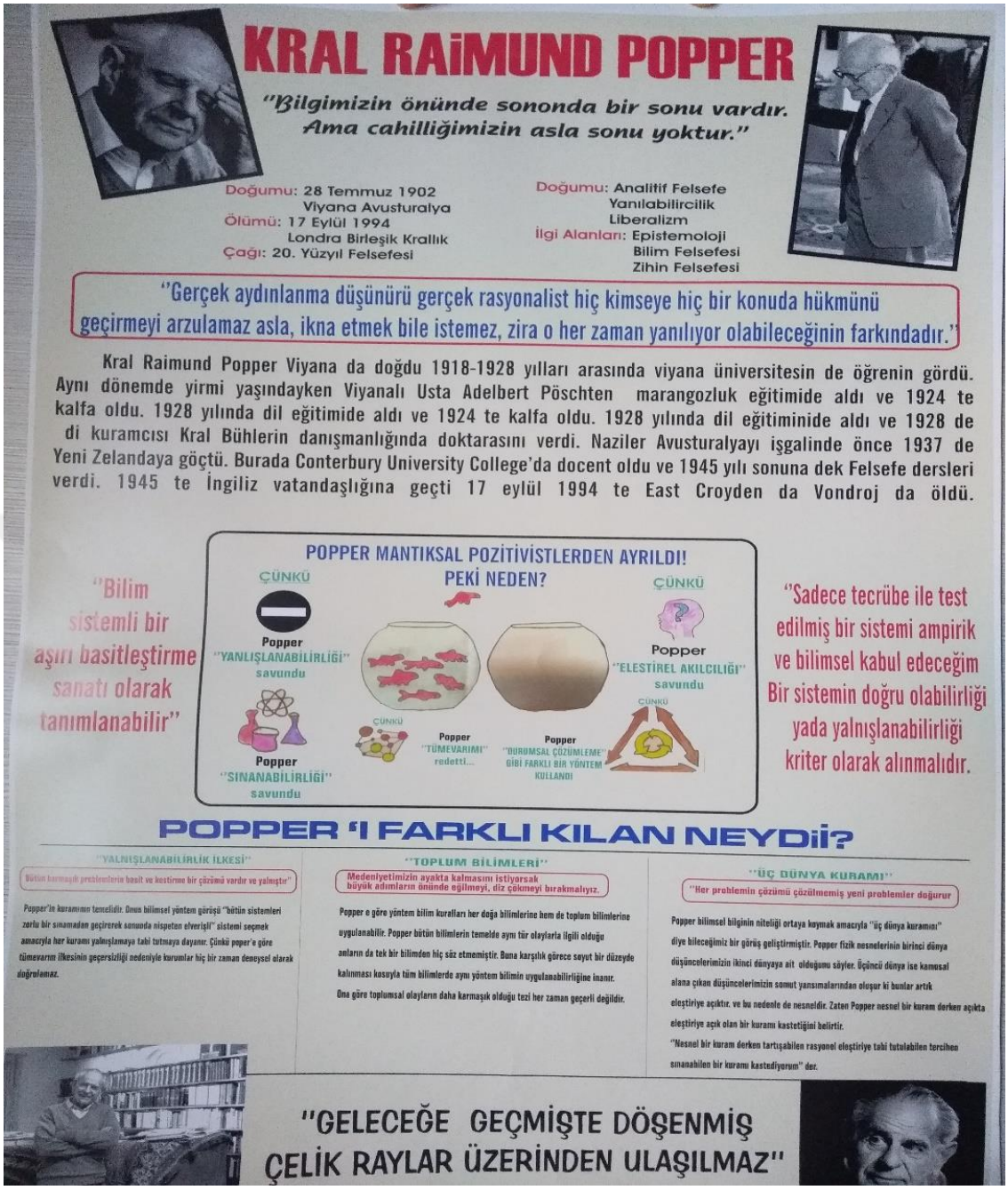
EK 9. Ders İçi Uygulamalara İlişkin Resimler

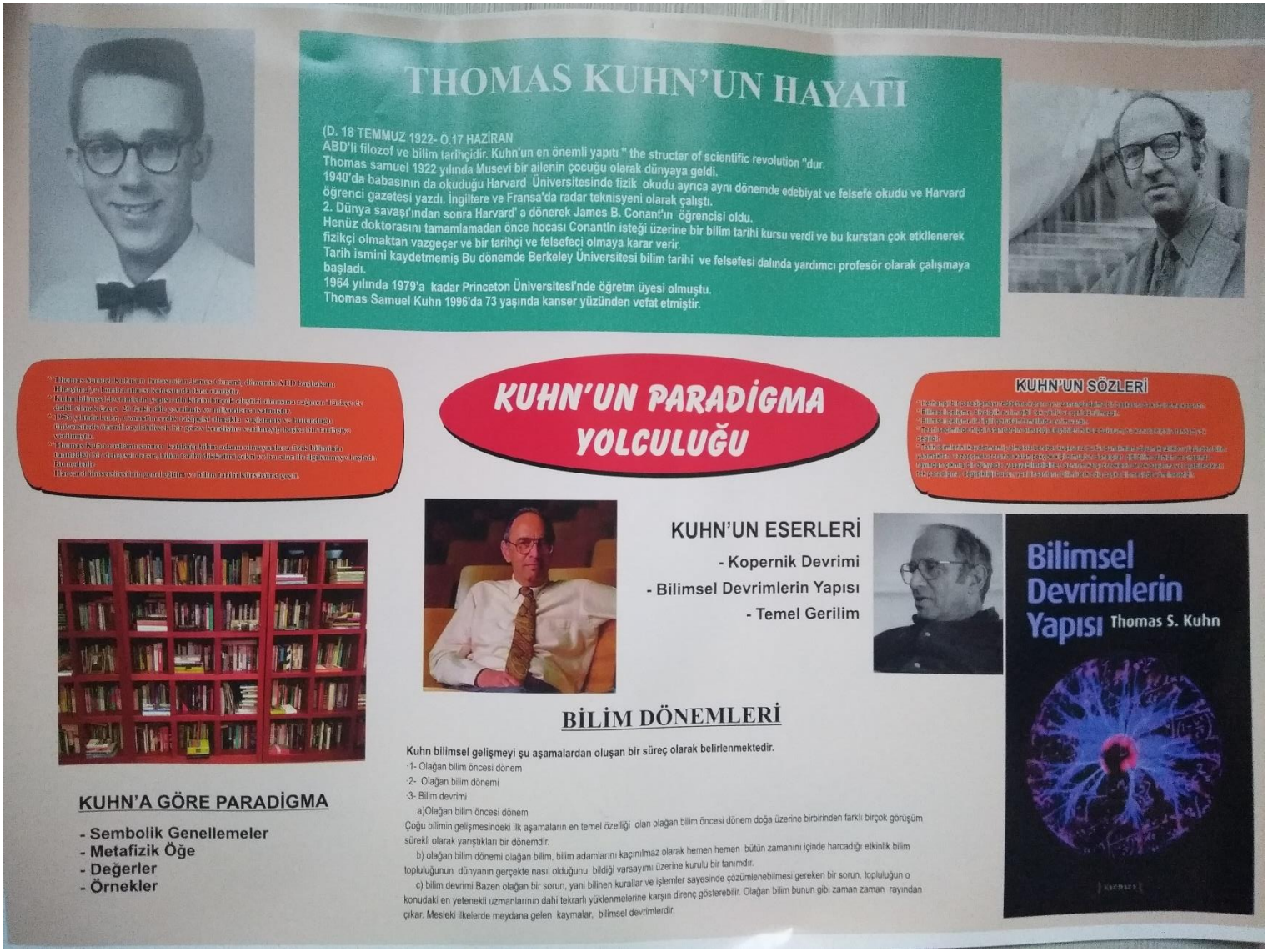


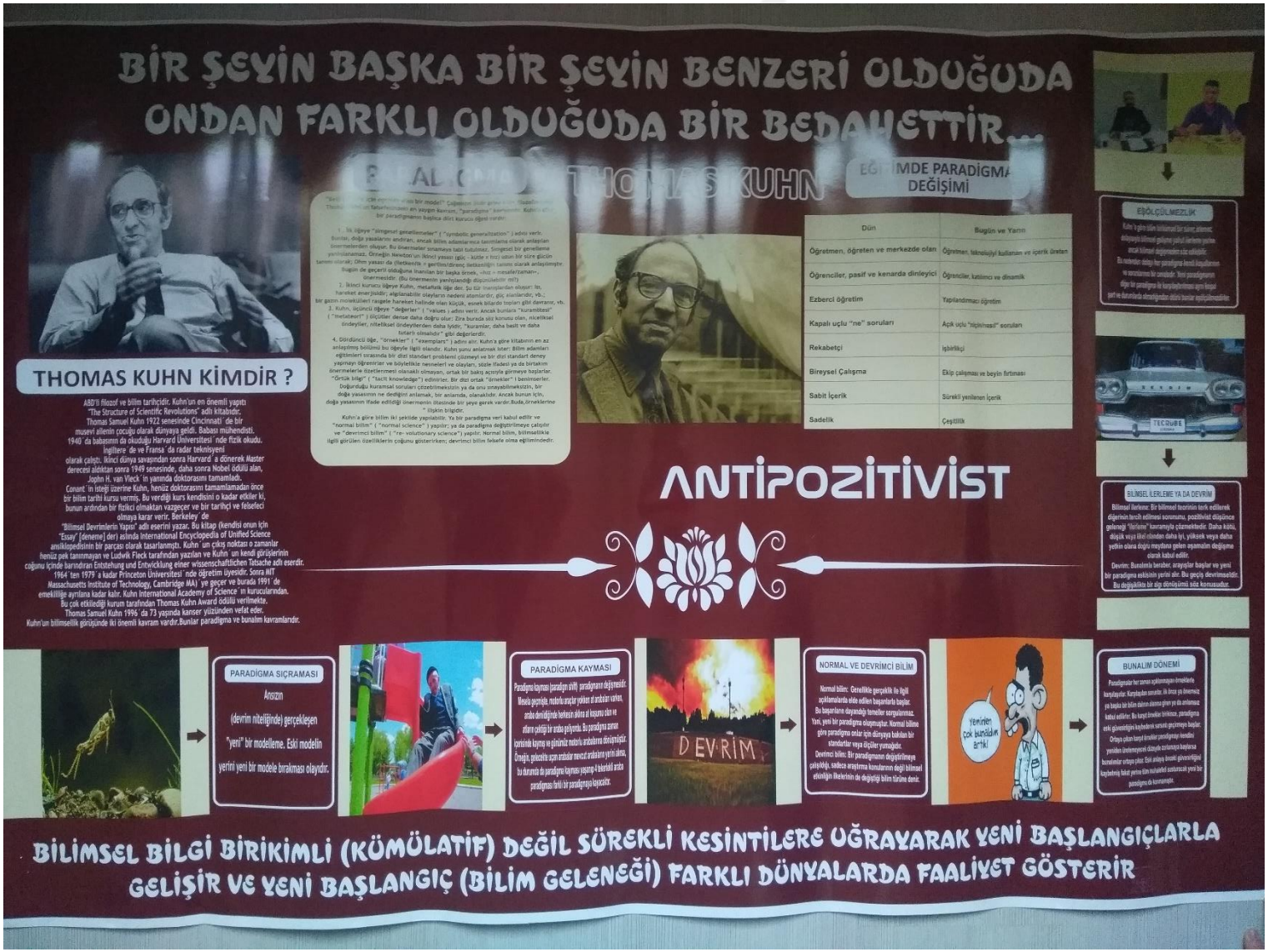
Bu Nasıl Araba Bişey !!
Bu gogglenin sürtünüşsüz örneği :)
Komutu veriyorum beni işte dilediğim yere götürüyor
Bütün kuralları Bilgisayar :)
Tabi bilip uygulamayanlardan değil
Bize binen kurtuldular Şimdi sizden kurtuluyorlar

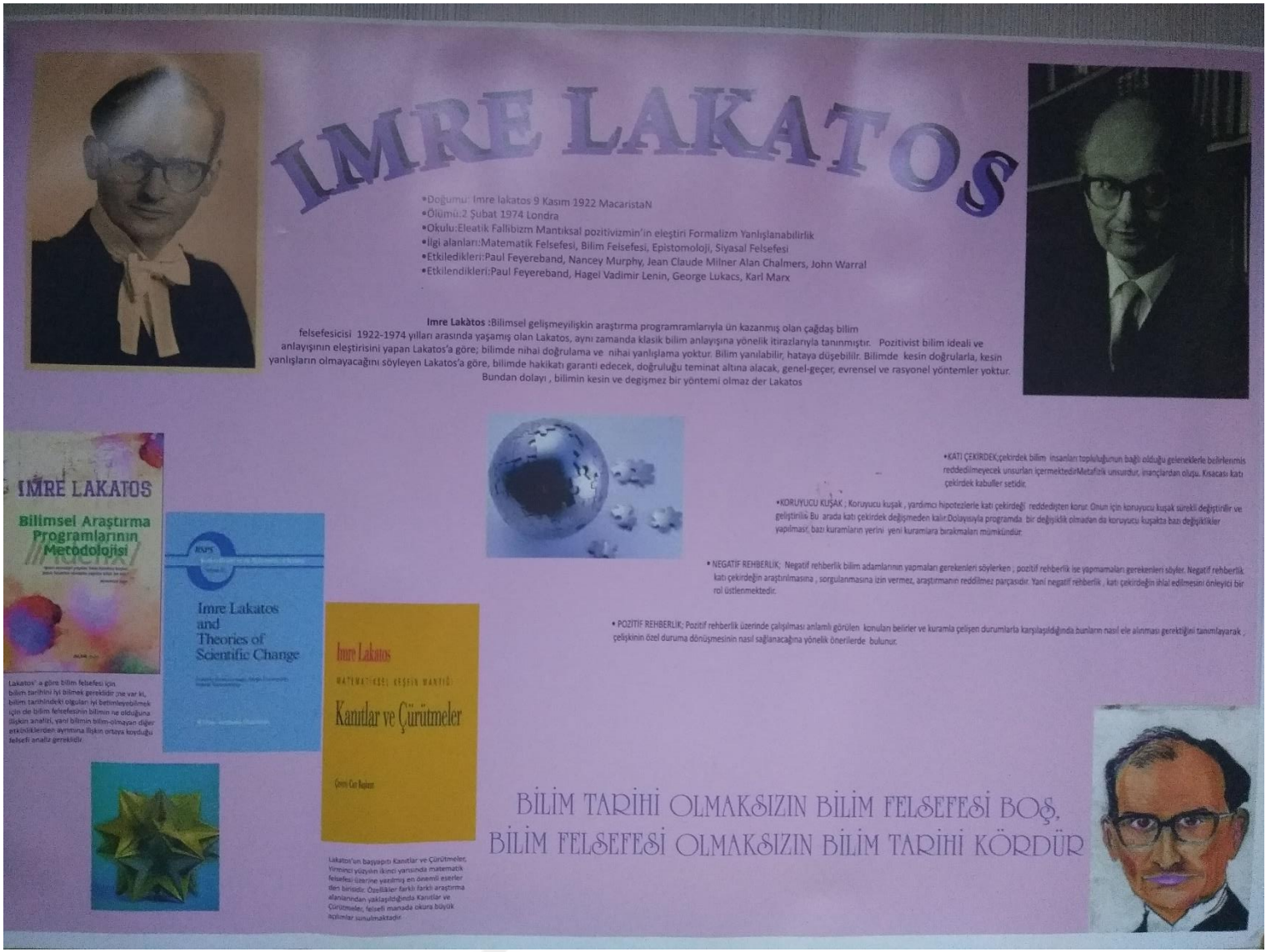
EK 10. Bilim Felsefesine İlişkin Grup Posterleri

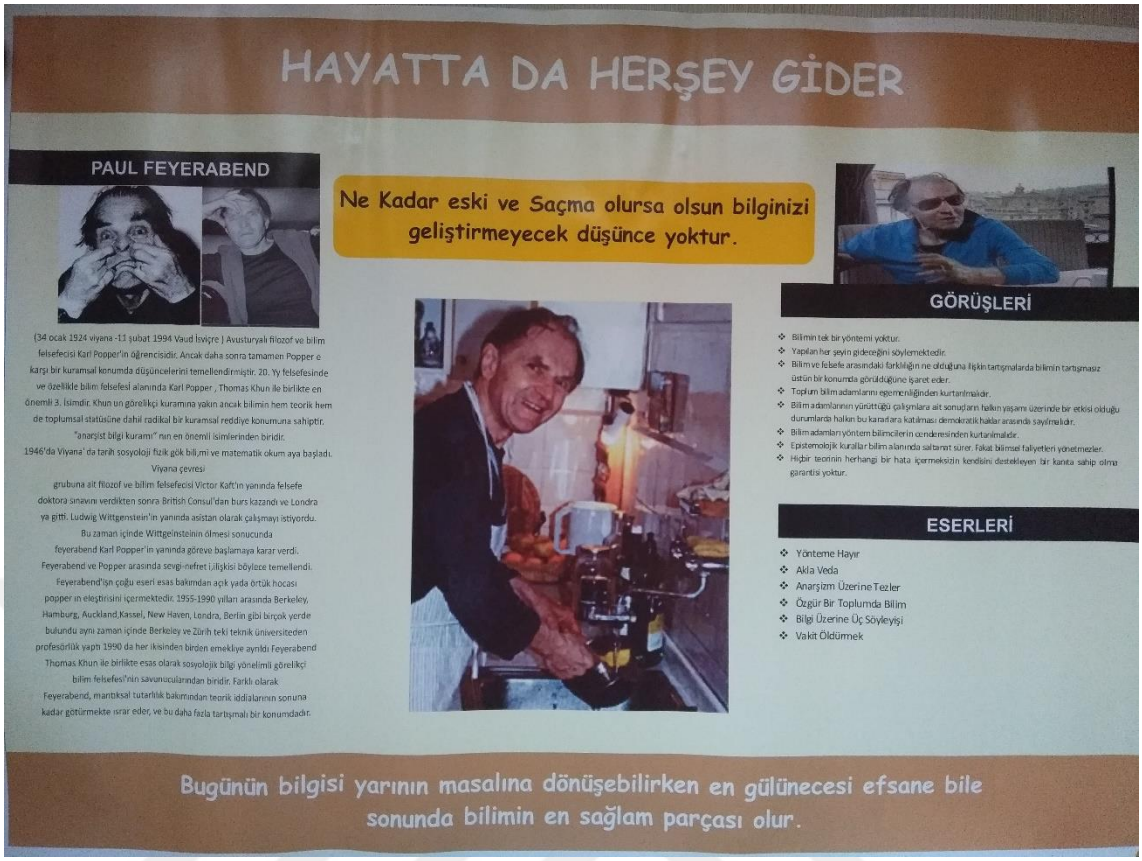



KRAL RAiMUND POPPER
"Bilgimizin önünde sononda bir sonu vardır.
Ama cahilliğimizin asla sonu yoktur."
Doğumu: 28 Temmuz 1902
Viyana Avusturalya
Ölümü: 17 Eylül 1994
Londra Birleşik Krallık
Çağı: 20. Yüzyıl Felsefesi
Doğumu: Analitif Felsefe
Yanılabilircilik
Liberalizm
İlgi Alanları: Epistemoloji
Bilim Felsefesi
Zihin Felsefesi
"Gerçek aydınlanma düşünürü gerçek rasyonalist hiç kimseye hiç bir konuda hükmünü geçirmeyi arzulamaz asla, ikna etmek bile istemez, zira o her zaman yanılıyor olabileceğinin farkındadır."
Kral Raimund Popper Viyana da doğdu 1918-1928 yılları arasında viyana üniversitesin de öğrenin gördü. Aynı dönemde yirmi yaşındayken Viyanalı Usta Adelbert Pöschten marangozluk eğitimide aldı ve 1924 te kalfa oldu. 1928 yılında dil eğitimide aldı ve 1924 te kalfa oldu. 1928 yılında dil eğitiminide aldı ve 1928 de di kuramcısı Kral Bühlerin danışmanlığında doktarasını verdi. Naziler Avusturalyayı işgalinde önce 1937 de Yeni Zelandaya göçtü. Burada Conterbury University College'da docent oldu ve 1945 yılı sonuna dek Felsefe dersleri verdi. 1945 te İngiliz vatandaşlığına geçti 17 eylül 1994 te East Croyden da Vondroj da öldü.
"Bilim sistemli bir aşırı basitleştirme sanatı olarak tanımlanabilir"
POPPER MANTIKSAL POZİTİVİSTLERDEN AYRILDI!
PEKİ NEDEN?
ÇÜNKÜ
Popper "YANLIŞLANABİLİRLİĞİ" savundu
Popper "SINANABİLİRLİĞİ" savundu
ÇÜNKÜ
Popper "TÜMEVARIMI" redetti...
ÇÜNKÜ
Popper "DURUMSAL ÇÖZÜMLEME" GİBİ FARKLI BİR YÖNTEM KULLANDI
ÇÜNKÜ
Popper "ELESTİREL AKILCILIĞI" savundu
"Sadece tecrübe ile test edilmiş bir sistemi ampirik ve bilimsel kabul edeceğim Bir sistemin doğru olabilirliği yada yalnışlanabilirliği kriter olarak alınmalıdır.
POPPER 'I FARKLI KILAN NEYDİi?
"YALNIŞLANABİLİRLİK İLKESİ"
Bütün karmaşık problemlerin basit ve kestirme bir çözümü vardır ve yalnıştır"
Popper'in kuramının temelidir. Onun bilimsel yöntem görüşü "bütün sistemleri zorlu bir sınamadan geçirerek sonunda nispoten elverişli" sistemi seçmek amacıyla her kuramı yalnışlamaya tabi tutmaya dayanır. Çünkü poper'e göre tümevarım ilkesinin geçersizliği nedeniyle kuramlar hiç bir zaman deneysel olarak doğrulamaz.
"TOPLUM BİLİMLERİ"
Medeniyetimizin ayakta kalmasını istiyorsak büyük adımların önünde eğilmeyi, diz çökmeyi bırakmalıyız.
Popper e göre yöntem bilim kuralları her doğa bilimlerine hem de toplum bilimlerine uygulanabilir. Popper bütün bilimlerin temelde aynı tür olaylarla ilgili olduğu anların da tek bir bilimden hiç söz etmemiştir. Buna karşılık görece soyut bir düzeyde kalınması kasıyla tüm bilimlerde aynı yöntem bilimin uygulanabilirliğine inanır. Ona göre toplumsal olayların daha karmaşık olduğu tezi her zaman geçerli değildir.
"ÜÇ DÜNYA KURAMI"
"Her problemin çözümü çözülmemiş yeni problemler doğurur
Popper bilimsel bilginin niteliği ortaya koymak amacıyla "üç dünya kuramını" diye bileceğimiz bir görüş geliştirmiştir. Popper fizik nesnelerinin birinci dünya düşüncelerimizin ikinci dünyaya ait olduğunu söyler. Üçüncü dünya ise kamusal alana çıkan düşüncelerimizin somut yansımalarından oluşur ki bunlar artık eleştiriye açıktır. ve bu nedenle de nesneldir. Zaten Popper nesnel bir kuram derken açıkta eleştiriye açık olan bir kuramı kastettiğini belirtir.
"Nesnel bir kuram derken tartışabilen rasyonel eleştiriye tabi tutulabilen tercihen sınanabilen bir kuramı kastediyorum" der.
"GELECEĞE GEÇMİŞTE DÖŞENMİŞ ÇELİK RAYLAR ÜZERİNDEN ULAŞILMAZ"


THOMAS KUHN'UN HAYATI
(D. 18 TEMMUZ 1922- Ö.17 HAZİRAN
ABD'li filozof ve bilim tarihçidir. Kuhn'un en önemli yapıtı " the structer of scientific revolution "dur.
Thomas samuel 1922 yılında Musevi bir ailenin çocuğu olarak dünyaya geldi.
1940'da babasının da okuduğu Harvard Üniversitesinde fizik okudu ayrıca aynı dönemde edebiyat ve felsefe okudu ve Harvard öğrenci gazetesi yazdı. İngiltere ve Fransa'da radar teknisyeni olarak çalıştı.
2. Dünya savaşı'ından sonra Harvard' a dönerek James B. Conant'ın öğrencisi oldu.
Henüz doktorasını tamamlamadan önce hocası Conantin isteği üzerine bir bilim tarihi kursu verdi ve bu kurstan çok etkilenerek fizikçi olmaktan vazgeçer ve bir tarihçi ve felsefeci olmaya karar verir.
Tarih ismini kaydetmemiş Bu dönemde Berkeley Üniversitesi bilim tarihi ve felsefesi dalında yardımcı profesör olarak çalışmaya başladı.
1964 yılında 1979'a kadar Princeton Üniversitesi'nde öğretm üyesi olmuştu.
Thomas Samuel Kuhn 1996'da 73 yaşında kanser yüzünden vefat etmiştir.
KUHN'UN PARADİGMA YOLCULUĞU
KUHN'UN SÖZLERİ
KUHN'UN ESERLERİ
- Kopernik Devrimi
- Bilimsel Devrimlerin Yapısı
- Temel Gerilim
Bilimsel Devrimlerin Yapısı Thomas S. Kuhn
KUHN'A GÖRE PARADİGMA
- Sembolik Genellemeler
- Metafizik Öğe
- Değerler
- Örnekler
BİLİM DÖNEMLERİ
Kuhn bilimsel gelişmeyi şu aşamalardan oluşan bir süreç olarak belirlenmektedir.
·1- Olağan bilim öncesi dönem
·2- Olağan bilim dönemi
·3- Bilim devrimi
a)Olağan bilim öncesi dönem
Çoğu bilimin gelişmesindeki ilk aşamaların en temel özelliği olan olağan bilim öncesi dönem doğa üzerine birbirinden farklı birçok görüşüm sürekli olarak yarıştıkları bir dönemdir.
b) olağan bilim dönemi olağan bilim, bilim adamlarını kaçınılmaz olarak hemen hemen bütün zamanını içinde harcadığı etkinlik bilim topluluğunun dünyanın gerçekte nasıl olduğunu bildiği varsayımı üzerine kurulu bir tanımdır.
c) bilim devrimi Bazen olağan bir sorun, yani bilinen kurallar ve işlemler sayesinde çözümlenebilmesi gereken bir sorun, topluluğun o konudaki en yetenekli uzmanlarının dahi tekrarlı yüklenmelerine karşın direnç gösterebilir. Olağan bilim bunun gibi zaman zaman rayından çıkar. Mesleki ilkelerde meydana gelen kaymalar, bilimsel devrimlerdir.


BİR ŞEYİN BAŞKA BİR ŞEYİN BENZERİ OLDUĞUDA ONDAN FARKLI OLDUĞUDA BİR BEDAHETTİR...
THOMAS KUHN
EĞİTİMDE PARADİGMA DEĞİŞİMİ
THOMAS KUHN KİMDİR ?
ANTİPOZİTİVİST
EĞİLİMCİLİK
BİLİMSEL İLERLEME YA DA DEVRİM
PARADİGMA SIÇRAMASI
Ansızın
(devrim niteliğinde) gerçekleşen
"yeni" bir modelleme. Eski modelin
yerini yeni bir modele bırakması olaydır.
PARADİGMA KAYMASI
DEVRİM
NORMAL VE DEVRİMCİ BİLİM
Yenirken çok bunaldım artık!
BUNALIM DÖNEMİ
BİLİMSEL BİLGİ BİRİKİMLİ (KÜMÜLATİF) DEĞİL SÜREKLİ KESİNTİLERE UĞRAYARAK YENİ BAŞLANGIÇLARLA GELİŞİR VE YENİ BAŞLANGIÇ (BİLİM GELENEĞİ) FARKLI DÜNYALARDA FAALİYET GÖSTERİR


IMRE LAKATOS
•Doğumu: İmre lakatos 9 Kasım 1922 MacaristaN
•Ölümü:2 Şubat 1974 Londra
•Okulu:Eleatik Fallibizm Mantıksal pozitivizmin'in eleştiri Formalizm Yanlışlanabilirlik
•İlgi alanları:Matematik Felsefesi, Bilim Felsefesi, Epistomoloji, Siyasal Felsefesi
•Etkiledikleri:Paul Feyereband, Nancey Murphy, Jean Claude Milner Alan Chalmers, John Warral
•Etkilendikleri:Paul Feyereband, Hagel Vadimir Lenin, George Lukacs, Karl Marx
Imre Lakàtos :Bilimsel gelişmeyilişkin araştırma programramlarıyla ün kazanmış olan çağdaş bilim felsefesicisi 1922-1974 yılları arasında yaşamış olan Lakatos, aynı zamanda klasik bilim anlayışına yönelik itirazlarıyla tanınmıştır. Pozitivist bilim ideali ve anlayışının eleştirisini yapan Lakatos'a göre; bilimde nihai doğrulama ve nihai yanlışlama yoktur. Bilim yanılabilir, hataya düşebilir. Bilimde kesin doğrularla, kesin yanlışların olmayacağını söyleyen Lakatos'a göre, bilimde hakikatı garanti edecek, doğruluğu teminat altına alacak, genel-geçer, evrensel ve rasyonel yöntemler yoktur. Bundan dolayı , bilimin kesin ve degişmez bir yöntemi olmaz der Lakatos
•KATI ÇEKİRDEK;çekirdek bilim insanları topluluğunun bağlı olduğu geleneklerle belirlenmis reddedilmeyecek unsurları içermektedir.Metafizik unsurdur, inançlardan oluşu. Kısacası katı çekirdek kabuller setidir.
•KORUYUCU KUŞAK ; Koruyucu kuşak , yardımcı hipotezlerle katı çekirdeği reddedişten korur. Onun için koruyucu kuşak sürekli değiştirilir ve geliştirilir.Bu arada katı çekirdek değişmeden kalır.Dolayısıyla programda bir değişiklik olmadan da koruyucu kuşakta bazı değişiklikler yapılması, bazı kuramların yerini yeni kuramlara bırakmaları mümkündür.
• NEGATİF REHBERLİK; Negatif rehberlik bilim adamlarının yapmaları gerekenleri söylerken , pozitif rehberlik ise yapmamaları gerekenleri söyler. Negatif rehberlik katı çekirdeğin araştırılmasına , sorgulanmasına izin vermez, araştırmanın reddilmez parçasıdır. Yani negatif rehberlik , katı çekirdeğin ihlal edilmesini önleyici bir rol üstlenmektedir.
• POZİTİF REHBERLİK; Pozitif rehberlik üzerinde çalışılması anlamlı görülen konuları belirler ve kuramla çelişen durumlarla karşılaşıldığında bunların nasıl ele alınması gerektiğini tanımlayarak , çelişkinin özel duruma dönüşmesinin nasıl sağlanacağına yönelik önerilerde bulunur.
IMRE LAKATOS
Bilimsel Araştırma Programlarının Metodolojisi
Lakatos'a göre bilim felsefesi için bilim tarihini iyi bilmek gereklidir ;ne var ki, bilim tarihindeki olguları iyi betimleyebilmek için de bilim felsefesinin bilimin ne olduğuna ilişkin analizi, yani bilimin bilim-olmayan diğer etkinliklerden ayrımına ilişkin ortaya koyduğu felsefi analiz gereklidir.
Imre Lakatos and Theories of Scientific Change
Imre Lakatos
Kanıtlar ve Çürütmeler
Lakatos'un başyapıtı Kanıtlar ve Çürütmeler, yirminci yüzyılın ikinci yarısında matematik felsefesi üzerine yazılmış en önemli eserler den biridir. Özellikler farklı farklı araştırma alanlarından yaklaşıldığında Kanıtlar ve Çürütmeler, felsefi manada okura büyük açılımlar sunulmaktadır.
BİLİM TARİHİ OLMAKSIZIN BİLİM FELSEFESİ BOŞ,
BİLİM FELSEFESİ OLMAKSIZIN BİLİM TARİHİ KÖRDÜR


HAYATTA DA HERŞEY GİDER
PAUL FEYERABEND
(34 ocak 1924 viyana -11 şubat 1994 Vaud İsviçre) Avusturyalı filozof ve bilim felsefecisi Karl Popper'in öğrencisidir. Ancak daha sonra tamamen Popper e karşı bir kuramsal konumda düşüncelerini temellendirmiştir. 20. Yy felsefesinde ve özellikle bilim felsefesi alanında Karl Popper , Thomas Khun ile birlikte en önemli 3. İsimdir. Khun un görelikçi kuramına yakın ancak bilimin hem teorik hem de toplumsal statüsüne dahil radikal bir kuramsal reddiye konumuna sahiptir. "anarşist bilgi kuramı" nın en önemli isimlerinden biridir.
1946'da Viyana' da tarih sosyoloji fizik gök bil,mi ve matematik okum aya başladı. Viyana çevresi
grubuna ait filozof ve bilim felsefecisi Victor Kaft'ın yanında felsefe
doktora sınavını verdikten sonra British Consul'dan burs kazandı ve Londra
ya gitti. Ludwig Wittgenstein'in yanında asistan olarak çalışmayı istiyordu.
Bu zaman içinde Wittgeinsteinin ölmesi sonucunda
feyerabend Karl Popper'in yanında göreve başlamaya karar verdi.
Feyerabend ve Popper arasında sevgi-nefret ilişkisi böylece temellendi.
Feyerabend'ışn çoğu eseri esas bakımdan açık yada örtük hocası
popper ın eleştirisini içermektedir. 1955-1990 yılları arasında Berkeley,
Hamburg, Auckland,Kassel, New Haven, Londra, Berlin gibi birçok yerde
bulundu aynı zaman içinde Berkeley ve Zürih teki teknik üniversiteden
profesörlük yaptı 1990 da her ikisinden birden emekliye ayrıldı Feyerabend
Thomas Khun ile birlikte esas olarak sosyolojik bilgi yönelimli görelikçi
bilim felsefesi'nin savunucularından biridir. Farklı olarak
Feyerabend, mantıksal tutarlılık bakımından teorik iddialarının sonuna
kadar götürmekte ısrar eder, ve bu daha fazla tartışmalı bir konumdadır.
Ne Kadar eski ve Saçma olursa olsun bilginizi geliştirmeyecek düşünce yoktur.
GÖRÜŞLERİ
Bilimin tek bir yöntemi yoktur.
Yapılan her şeyin gideceğini söylemektedir.
Bilim ve felsefe arasındaki farkliliğin ne olduğuna ilişkin tartışmalarda bilimin tartışmasız üstün bir konumda görüldüğüne işaret eder.
Toplum bilim adamlarının egemenliğinden kurtarılmalıdır.
Bilim adamlarının yürüttüğü çalışmlara ait sonuçların halkın yaşamı üzerinde bir etkisi olduğu durumlarda halkın bu kararlara katılması demokratik haklar arasında sayılmalıdır.
Bilim adamları yöntem bilimcilerin cenderesinden kurtarılmalıdır.
Epistemolojik kurallar bilim alanında saltanat sürer. Fakat bilimsel faliyetleri yönetmezler.
Hiçbir teorinin herhangi bir hata içermeksizin kendisini destekleyen bir kanıta sahip olma garantisi yoktur.
ESERLERİ
Yönteme Hayır
Akla Veda
Anarşizm Üzerine Tezler
Özgür Bir Toplumda Bilim
Bilgi Üzerine Üç Söyleyişi
Vakit Öldürmek
Bugünün bilgisi yarının masalına dönüşebilirken en gülünecesi efsane bile sonunda bilimin en sağlam parçası olur.

Mandıra Filozofu:August COMTE

HAYATI

İlsidore Marie Auguste François Xavier Comte kısaca Auguste comte 19 Haziran 1798'de Montpellier de doğdu.Babası, Herault genelge tahsil bürosunda vezhedardı.Annesi doktor bir aleden geliyordu. Bu küçük burjuvalar,oğullarının çok sonra kurtulacağı, Katolik ve monarşist görüşün savunucusuydular. Comte öğrencilik hayatında çabucak parlak bir başarıya ulaştı. 15 yaşında Politeknik okuluna kabul edilenlerin bulunduğu 4 listeden birinde en başta yer alır, Fakat bu okula girmesi 16 yaş sınırı nedeniyle engellenir. Onu okula ayak asmaması için uyaran profesöre karşı, Comte'un öğrencilerin ültimatomlarını sunmaya üstlendiği bir gösteri gerçekleştirilmiş ve sonuçta Comte tüm aarkadaşlarıyla birlikte okuldan atılmıştır. Kamuya ait şyerleri Comte kabul etmeyecektir. Ama en azından güçlü bir matematik kültürü edinmiştir. Geometri Poinsat ve doğabilimci Blainville'den özel desler almıştır.



1817'den 1824'e kadar Saint Simon'un sekreteri olmuştur. Comte Saint Simon'un yanından ayrıldığı zaman (1824) henüz yalnızca bir kaç kitapçık yazmıştır. Ama tüm pozitivizm üç hal yasasının keşfiyle filizleniyordu. Pozitif Felsefe Kursu'nun ilk dersinin 1826 Nisan'ın basında yapıcağı duyuruldu. Ders Comte'nin kendi evinde gerçekleşti. Comte dinlenmeden 80 saate varan periyotlarla aşırı derecede çalışır. Comte yaşadığı ruhsal sorunlar üzerine ara verdiği Pozitif Felsefe Kursu'na 4 Ocak 1829'da tekrara başladı. Pozitif Felsefe Kursu'nun altı cilt kitabı 1830'dan 1842'ye kadar yayımlandı. 1832'de politeknik okulunda yüksek analiz ve rasyonel mekanik öğretmenliği yardımcılığına atandı. 1836'da üç kez adayiğını koyduğu ama hep başarısız olduğu analiz kürsüsüne vekil öğretmen olarak sahip olma fırsatını yakaladı. 1836'dan 1844'e kadar okula giriş sınavlarının yöneticisi oldu. Hayatının günü gününe kazanmak kaygısından özel öğretmenlik sayesinde kurtulan Comte, Paris'in 3. bölge belediye binasında pozitif anlayış üzerine konuşmanın giriş bölümünü oluşturduğu Traite Phlosophie d'astranamie populaice (1844) olarak özeltlenen halka açık ücretsiz bir astronomi dersi verdi.

Comte politenik okulundaki yerini kaybettikten sonra felsef çalışmalarını sürdürsün diye hizmetçisi briktirdiği tüm paralarını ona verdi. 1844'de F.Stuart Mill, İngiliz arkadaşlarından toplam 6 milyon frank toplamıştı. Bu 1841'den tibaren düzenli olarak sürdürülen pozitivist yardımın katnağıdır. Baş tarafında baskın düşüncenin açıklandığı Dscours sur L'ensemle du Posivitme yayınlanır (1848). Sonra Auguste Comte tüm felsefi ekolü, politk partiyi, dinsel mezhebi bir araya getirerek Societe pasitivisete'i kurar (1849). 1851'den 1854'e kadar Systeme de politique pozitive'in 4 cildinin yayımlatır ve son olarak matemtiksel felsefeyi gözler önüne sererek bir pozitif mantık sistemi, pozitif ahlak sistemi ve pozitif sanayi sistemi içermesi planlanan özel sentezini hazırlamaya girişir. Bunun yalnızca 4 cildi yayımlanır (1856).

Ölüm erken gelir. Nisan 1857'de Comte için bir arkadaş ve koruyucu olan Senatör Vieillard'in cenaze töreni yapılıyordu. Çok fazla etkilenmiş olan Comte sağlık durumunu tehlikel hale getiren yorgunluklar ve heyecenlar baş gösterdi. Mide ülserinden dolayı acı çektiğine inanılıyordu. Fakat Comte son olarak hiç kimsey rahatsız etmemek isteği oldu ve son bakışı olarak aşık olduğu kadına Clotilde de Vaux'un verdiği bir demet ölmez otuna kilitlendi 31 Eylül 1857.....

18.YÜZYIL AUGUSTE COMTE'NİN ALTIN YILI

Sosyolojinin gelişimine katkıda bulunanlar arasında özel bir öncelik genellikle Fransız yazar Auguste Comte'a verilir; bu önceliğin Comte'a verilmesi, başka hiçbir şeyden olmasa bile yalnızca ' Sosyoloji' terimini ortaya attığı içindir. Comte ilk olarak 'toplumsal fizik' terimini kullanmıştır; ancak o dönemdeki kimi entektüel raakiplerinin de aynı terimi kullanması sebebiyle Comte kendi düşüncelerini onlardan ayırt edebilmek için sosyoloji terimini ortaya koymuştur.

Comte için sosyoloji; insanların toplumsal davranışlarını anlamak, dolayısıyla da öngörmek ve denetlemek için bilimi kullanarak insanlığın refahına katkıda bulunmalıdır. Comte meslek yaşantısının daha sonraki bölümlerinin de kendi sosyoloji görüşüne dayanarak özelde Fransız toplumu, genelde de bütün insan toplumlarının yeniden kurulması için büyük amaçları olan planlar geliştirmiştir. Bu planın ilk aşamasında ise pozitivizmi açıklamıştır.

Pozitivizm 18.yüzyıl Fransız burjuva felsefesinin temsil ettiği materyalizme bir tepk olarak doğmuştur. Fakat devrim sonrası dönemde iktidara gelen muhafazakar Fransız burjuvazisi için artık materyalizmi fazlasıyla aykırı ve tehlikeli bir akım olmaya başlamıştır. Bu durumda politik anlamda pozitivizmin oluşmasına uygun zemin hazırlamıştır. Netice itibariyle Fransız devrimiyle iktidarı ele geçiren yeni yönetim, hasımlarının görüşlerini çürütmek için bir çare olarak pozitivizm akımına sarılması aynı zamanda pozitivizm hareketinin toplumda meşrulaşmasını sağlamıştır.

KORUYUCU MELEKLERİN EN YETKİNİ CLOTİLDE DE VAUX

Hiç anne şefkatini tatmayan Comte bundan sonraki duygusal gelişimde hiçbir kadınsı etki onun genç ruhuna ve kalbine ayak uydurmakta yardımcı olmadı. Her ne kadar yenilyetmeliğini bilenler bize, onun vaktinden önce gelişmiş meraklı bir kişiliğe ve asi bir karaktere sahip olduğunu iler sürselerde yanılmamalıyız, zira otoriterler onu, yalnızca kişiliğinin tüm özgün sertliğinin başkaldığı tek düze bir disiplin çerçevesinde gösterirler. Bu da Comte'nin annesi de dahil olmak üzere hiçbir kadına duygu taşımamasından kaynaklandığını ortaya atmışlardır.



Dayanma sınırını aşan bu çok büyük gerilim sağlık tehlikesi olmadan yürümüyordu. Ölçülü, sabırlı ve sağlam bir bakım sağlığa iyi gelirdi. Fakat kalbi besleyen duygusal bir yaşantıya ihtiyaç vardı. Her ne olursa olsun aşk ve sevgi dolu bir aile yaşamının rahatlığı gerekliydi. Comte da bunun farkındaydı ve matmazel Caroline Massin ile duygusal bir bağ kurup evlenmişti. Comte bu evliliğe minnettarlıkla bağlanmak istediysede acımasız düş kırıklarının nedeni oldu. Madem Comte evlilik ocağını sürekli bir biçimde ikamet edilmesi gereken bir yer gibi görmüyordu; eve geç geliyor ve bazende hiç gelmiyordu. Comte ise onu sevdiği için her affediyordu. Fakat sürekli tekrarlanan kısa süreli bozuşmaların ruhta dayanılmaz bir heyecan haline neden olduğu pekala düşünülebilir.Bu olaylar Comte ünlü ruh doktoru Esquiral'un sağlık ocağına kapatılmasına yol açtı. Bu ruh bozukluğu Comte'yi intihar kadar götürdü. 1827 yılında Comte'yi bir köprünün üstünden kendini Seine Nehrine atmak üzereyken yakaladılar. Comte iyileştikten sonra eyleminden ve deliliğin en son göstergesinden vazgeçti ve dahi sonraları bu kaçınılmaz borcu ödemekten intihar ederek kurtulmak isteyenleri sert bir şekilde ayıpladı. 1822'den beri eserlerinin biçiminde değişmeyen anlayışının dönüşümünün nedeni olan olay ise Comte'nin Clotilde de Vaux 'a olan aşkıdır. Comte bütün ruhuyla sevdiği ve hayran olduğu kadınla karşılaştığında 46 yalındaydı ve Mademe Comte'den ayrı yaşıyordu. Clotilde Vaux ise yanaklarını kıpkırmızı yapan ve gözlerini ışıldatan bir hastalığa yakalanmıştı . Filozofun deli gibi aşık olduğu yüreğiyle severek istediği bu kadın Comte'den yalnızca yazılı öğütler kabul edebildi ve ancak arkadaşça görüşmelerine izin verilebildi. Comte aşık olduğu kadına sadece mektup yazabiliyordu. Buda bir yıldan az sürdü ve 5 Nisan'da Clotilde öldü.

İnsanlık tarihinde bu aşk kadar saygıdeğer ve dokunaklı örnekler pek yer almaz. Comte bu aşktan sonra düşüncelerin ve inançların sistemleşmesinde baskın gelen bir yanı kalbe affedecek, tutkusunu felsefesine karıştıracaktır. Olen Clotilde'in aşkı insanlık kültüründe canlanacak ölüm din olacaktır.

DİĞER KATKILARI

Comte Kimya'daki 'temel ilik', fizikteki hipotezler teorisine benzer kmi doktrinlerin oluşumunu, yıldız astronomisi ve güneş astronomisi arasında ayrımı, rasyonel mekaniğin, geometrik kavramlar sisteminin ve analiziğin temellerinin düzeltilmesini bu sosyolojik anlayışa mal edilmiştir.



Yalnızca sosyoloji, matematiğin engellemekten başka birşey yapmayacağını somut bilimin ve estetiğin gelişmesine yön verme yeteneğine sahiptir. Görüşlerinin karmaşıklığı ve bütünlük incelemeleri deneymeyle somut bilimi destekler. Güzeli doğrunun yerine koyarak ve insanı birliği gerçekleştirerek estetiğe yardımcı olur. Comte bir çözüm önerir; fazla değişken olan ve ortaya çıkmaları yalnızca yaşamın varlığına borçlu olunan bileşikler, bitkisel yada hayvansal fizyolojiye bağlanacaktır.

GENEL BİLGİ

Pozitivizmm,sosyolojinin yaratılmasıyla bilimleri yeniden düzenlemek ve toplumu yeniden örgütlemek için tal girişimdir. Descartes'ın uzamı ve devinimi evreni için yaptığı Comte tüm fenomen kategorileri için tamamlamayı ister. Descartes'ın gerçek bir hristiyanı olarak pozitif bir ruh bilimi tasarlamaya cesareti yoktu ve üstelik 17.yy insanı olarak tarihin evrimini düzenleyen doğa yasalarını kestiremiyordu. Teolojik-Meetafizik önyargıları aşan, fransız devrimi'nin ortaya çıkışıyla bir ilerlemenin gerçekleştiğini gören Comte, bilimsel bilgi için, hala direnen son fenomenleri fethederek, yaşamı yıldan matematiğe indirgenemediğinden, ister istemez dar çerçeveli olan bir 'hasnel Kontem' yerine, tüm araştırmalarımızı insanlığın hizmetine sunarak, onları tamamen rasyonel kendi kendilerin, kendi yöntemlerinden, kendi gelecekleriden emin kılan 'Özsel fontem' koyacaktır.

3 HAL YASASI

1-Teolojik (tanrı bilimsel) Evre:

Tanrı bilimsel dönemde insanoğlu bilmediği, bir türlü anlayamadığı olayları hep aşkın bir kaynakla açıklama yoluna gitmiştir. Bu dönemde insanoğlu aklından çok imgelemenin sesinin dinlemiş, akıl yolla temellendirilmiş açıklamalar yapmak yerine eğretilemeler ile benzetilere dayalı söyleşel anlatı olanaklarına başvurmuştur.

2-Metafizik Evra:

Metafizik dönemde gerek söylen bilgisinin tanrılarının varlığına gerekse de onların özel yetkilerine ve güçlerine duyduğu inanç çökmesiyle birlikte değişik metafizik araştırma izlenceleriyle insan zihni saltığı kavramaya çalışmıştır. Bu dönem boyunca bir yığın mesleğin oluşanma, metafizik kavram ve metafizik sorun ortaya atılmış ama ortaya konan sorunlar çözülemediği gibi ulaşılan bilgi anlamında datek bir adım olsun ileriye gidilmemiştir.

3-Pozitivist (Olgucu) Evre:

Zorunlu saltığı amaçlayan metafizik araştırma mantığı yerine bütünüyle, hem de bir daha geri dönülemeyecek bir biçimde olumsalı, görelli olanı anlamaya yönelik olgucu bir bilimsel araştırma çerçevesine bırakmıştır. Akıl bütünüyle imgelemin üstesinden geldiğinin varsayıldığı bu son dönemde insanoğlu artık deneye açık olgularla; bu olgular arasındaki ilişkilerle, bu olguların altında yattığı düşünülem yapı, düzen ve yasalarla ilgilenmektedir.


POZİTİVİZM NİÇİNLERLE UĞRAŞMAZ, AMA NASILLARI İYİ BİLİR...
Auguste Comte ve Pozitivizm
Pozitivizmin kurucusu olan Auguste Comte (1798-1857) O, "Doğanın mutlak ve yüce bir amacı olduğu" düşüncesini reddeder, ayrıca sadece olguları araştırmak ve olgular arasındaki sabit ilişkileri gözlemek gerektiğini savunur. Bir başka deyişle bilimin tek amacı, olgular arasındaki değişmez ilişkileri ya da doğa yasaları bulmaktır. Bu ise ancak gözlem ve deneylerle sağlanır. Bu bilgi, değişmeyen, mutlak olan bir öz bilgisi olamaz. Olayların ve bunların ard ardalığının ve benzerliğinin bilgisidir. Pozitif felsefe görüşünde bilgi duygularımızın bize kazandırdığı olayların, görünenlerin (fenomen) bilgisidir. O da Kant gibi sadece olguların (fenomenlerin) bilineceği, kendinde şeylerin (numenin) bilinemeyeceğini ve insan bilgisinin göreli (izafi-rölatif) olduğu görüşündedir. Kısacası pozitivizm, araştırmayı yalnız olgulara dayandırmakta, deneyle doğrulamayan soruları "anlamsız" saymakta ve Kant'ın ahlaksal değeri olduğu için savunduğu metafiziği yadsımaktadır. Toplumun yeniden düzenlenmesinde kullanılacak bilgi de gözlem ve deneye (olgulara) dayanan pozitif bilgidir. Comte toplumu bilim yoluyla yeni baştan düzenlemeyi amaçlamıştır. Ona göre toplumun kurtuluşunu sağlayacak tek şey pozitivizmdir. O'nun pozitivizminin en önemli özelliği "Doğanın mutlak ve yüce amacı olduğu" düşüncesini reddetmesidir.Auguste Comte'nin Üç Hal Yasası;
Auguste Comte
HAYATI
Fransa'nın Montpellier kentinde doğdu. Katolik bir aileden gelen Comte, ailenin üç çocuğundan biriydi. Babası vergi dairesinde memur, annesi ise ev hanımıydı. Babası ve annesi, kralcı ve koyu Katolik'ti. O dönemde Fransa'da yayılan Cumhuriyetçiliğe ve kuşkucu görüşlere karşıttılar. Küçük Comte bu çatışmalı ortamda tarafını belirledi: Katolik Kilisesi'ne ve kralcılığa karşı çıktı. Fiziki açıdan sağlıksızdı. Çelimsiz bedeni, miyopluğu, mide hastalığı yaşamı boyunca sorun oldu.
Anne babasının tuttuğu yaşlı bir öğretmenden Latince dersi aldıktan sonra, 9 yaşında ortaokula başladı. Yatılı hayatı ona zor geldi. Ancak zihinsel gelişimi yaşının ilerisinde olduğundan, derslerinde çok başarılı oldu. 14 yaşında Katolik Kilise'sinden ayrıldı. 15 yaşında Paris Politeknik Okulu sınavına girdi. Çok başarılı olmasına karşın yaşının küçüklüğü nedeniyle okula kabul edilmedi. Lise son sınıfta hastalanan matematik öğretmeninin yerine ders verecek kadar konuya egemendi.
Ekim 1814 de Paris Politeknik okuluna girdi. Okulun zamana bağlı sıkı disiplini, baş eğmez tavırlı Comte'a göre değildi. Burada 2 yıl kaldı. Napolyon Elbe adasına kaştığında, ondan nefret ettiği halde, Paris'in yabancı işgalinden kurtarılması amacıyla savaşa giden öğrencilere katıldı. Geceleri okuldan kaçıp, Paris sokaklarında dolaşması, okul yönetimine yönelik bazı davranışları nedeniyle, polis gözetiminde Montpollier'e gönderildi.
Comte, adeta toplumun aynası olan Paris'ten uzak kalamadı. 18 yaşında Paris'e döndü. Bu yeni döneminde, özellikle Felsefe ve Tarih kitapları okudu. 18. yy. Fransız düşünürlerinden, Montesquieu, Condorcet, Turgot'nun görüşlerinden etkilendi. Etkilendiği düşünürler arasında, Hume ve Kant da bulunuyordu. İçinde yaşadığı toplumsal koşullar ve anılan düşünürlerin görüşlerinden de yararlanarak kendi özgün sentezini oluşturdu. Tanıştığı kişiler arasında, daha sonra bozuşacağı, sosyalizmin kurucularından Saint-Simon da vardı. Toplumsal konuların yanı sıra, matematik, astronomi, fizik, kimya, biyoloji çalışmalarını da sürdürdü.
1821 yılında şöhreti iyi olmayan bir hanımla evlendi. Doğduğu yerde eski dostları tarafından iyi karşılanmadı. Paris'e dönerek özel bir gruba ders verme girişimi, ruh sağlığı sorunları yüzünden yarıda kaldı. 1827 yılı başlarında "Sen" nehrine atlayarak intihar girişiminde bulundu. Tam olarak sağlığına 1827 yazında kavuşabildi. 1829 yılında yarım kalan konferans dizisine tekrar başladı. Bu defa başarılı oldu. Bu konferanslarını 6 cilt olarak "Olgusal Felsefe Dersleri" başlığı ile yayınladı.
1838'de kitabı The Edinburg Review'da incelendi. John Stuart Mill'in çabasıyla üç İngiliz'den para yardımı aldı. 1844(45) yılında öğrencilerinden birinin kız kardeşi ile başlayan ve platonik düzeyde kalan ilişki, Comte için mutluluk ve acı dolu günler getirdi. Sevdiği kızın 1846'da veremden ölmesinden sonraki acılı dönemini geride bırakıp yeni bir güçle çalışmaya başladı. Sekiz yılını alan, "Olgusal Siyasal Sistem" (1851-54) adlı yapıt, sosyolojinin tanımını da içeriyordu.Yazıları geniş bir kitleyi etkilemeye başlamıştı. Dünyanın her yanındaki olgucu gruplarla yazışıyordu.
Mayıs 1857'de, eski bir arkadaşının cenaze töreninde yakalandığı soğuk algınlığından kurtulamadı, eylül ayında öldü. Kendi isteği olarak mezar taşına şunlar yazıldı: "İlke olarak aşk, temel olarak düzen, amaç olarak ilerleme"
ÜÇ HAL YASASI
TEOLOJİK DÖNEM
Dinsel düşünce dönemidir. Evren, insan iradesi'nin tıpkısı İradelerle yönetilmektedir. İnsan düşüncesi'nin ilk varlığı açıklama budur. Oysa bu İlk Düşünce de üç basamaktır ve yavaş yavaş gelişmiştir.
1. Basamak'ta insan, çevresi'ndeki eşya'yı tıpkı kendisi gibi canlı, akıllı olarak düşündü (putçuluk: Fetişizm)
2. Basamak'ta insan düşüncesi, çevresindeki olayların görünmez varlıklarca yönetildiği inancına yöneldi (çok tanrıcılık: Politeizm)
3. Basamak'ta bu görünmez varlıkların tek ve büyük bir İrade'nin yönetimi altında bulunduğu inancına vardı.(tek tanrıcılık: Monoteizm).
METAFİZİK DÖNEM
Bir soyutlama halidir. Evreni yöneten, artık insana benzeyen bir varlık değil, soyut bir güçtür, soyut bir ilkedir. Bu halde de insan, soyutladığı nitelikleri, soyut iyiliği, soyut güzelliği, soyut tanrılığı gerçek varlıklar saymaktadır. Hıristiyan Avrupa'nın ortaçağı Comte'un metafizik haline örnektir.
POZİTİF (OLGUSAL) DÖNEM
Bilim anlayışının olgunluğa dönemdir. Ortaçağın sonunda başlamıştır. Yeniçağ düşüncesi artık olayları başka olaylarla açıklamaktadır. Bilimsel ilerlemeler, bu hale gelinceye kadar nedensi bilinmeyen birçok olayı, bilim kanunları ile açıklamaya başlamıştır. Doğanın kendine göre yasaları vardır. Bilgi, bu yasalara göre oluşur ve bilgi ancak olguların bilgisidir. Böyle bir anlayışın olduğu dönemde, felsefe de bilimler gibi pozitif olmak zorundadır. Pozitifleşme demek düşüncenin teolojik ve metafizik unsurlardan arındırılması demektir. Önemli olan bilimlerin yöntemi ve ilkeleri üzerinde düşünmek olacaktır.
Auguste Comte
Sosyolog yönüyle
Auguste Comte
Fransız Devriminden hemen sonra doğduğu için Sosyoloji alanındaki çalışmaları Fransız Devrimine ve Aydınlanma Düşüncesine bir tepki niteliğindedir. Sosyolojiyi Sosyal Statik ve Sosyal Dinamik olmak üzere ikiye ayırır. Sosyal Statik; her toplumdaki göreli istikrarlı ilişkiler ile sosyal yapı üzerinde odaklanır. Sosyal Dinamik ise, insanlığın bir aşamadan diğerine geçmesini, yani toplumdaki değişimi ifade eder. Comte evrimcidir. Tarihi bir ilerleme süreci olarak görür yani iyimserdir. Comte, sadece olguları ve olgular arasındaki ilişkileri araştırmayı savunur. Bu da ancak gözlem ve deney ile sağlanır. Toplumun yeniden düzenlenmesin de kullanılacak bilgi de gözlem ve deneylere dayanan bilgidir. Comte, toplumu bu bilgi ile yeniden düzenlemeyi amaçlamıştır.
Comte'a göre yaşanan çağ, bilim çağıdır. İnsanların gelişimi, bilginin gelişmesine bağlıdır. Comte'a göre insanoğlu bu konuma uzun yıllar sonucunda gelmiştir.
REPUBLIQUE FRANÇAISE
POSTES
35c
1798 AUGUSTE COMTE 1857

EK 11. Bilimin Doğasına İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı (Jones 2010)

1. Bilimsel bilginin kanıta dayalı olması (Empirical Aspect)

0 Doğal dünyaya dayalı gözlemlerin bilimi diğer disiplinlerden ayıran ana ölçütlerden biri olduğunu belirtemez.

1 Somut, elle tutulur, fiziksel bir şeyin çalışılması gibi terimler kullanırlar, gözlemlere üstü kapalı şekilde değinirler. Aynı zamanda, bilimi bir olay veya gerçek, kanıtlanmış ve benzeri uygun olmayan terimlerle tanımlarlar.

2 Deney ve benzeri diğer fikirler arasından, gözlemin bilimsel süreç içindeki rolünü açıklar veya deneylerle tekrarlanabilirlik fikrinden bahseder.

3 Bilimsel bilginin gözlemlere dayandığını ifade eder ve bu gözlemlerin tekrarlanabilirliği üzerinde sıkça durur. Bilimsel bilgiyi dini veya diğer türdeki bilgilerden açık şekilde ayırarak betimler.

2. Bilimsel bilginin çıkarımlara dayalı olması (Inferential Aspect)

0 Bilmek görmek demektir; gözlem yapmak ve çıkarımda bulunmak arasında bir fark görmez. Yorumlama, çıkarım yapma terimini kullanmaz. Ona göre olaylar veya gerçekler kendileri konuşur, haklarında çıkarım yapmaya gerek yoktur.

1 Yorumlamaktan ve yorumlamalardan bahseder. Ancak ifadelerinde "olaylar ve gerçekler kendileri konuşur, yorumlamaya gerek yoktur", "atomlar görünürdür" ve "bir türün ne olduğu test edilebilir" gibi yanılgılar yer alır.

2 Yorumlamanın, çıkarım yapmanın rolüne birkaç ifadeyle değinir, Ancak bu terimleri, öncelikle bilim insanlarının dünya görüşlerini veya dini geçmişlerini içeren bir yapıda yani sınırlı şekilde ele alır.

3 Gözlemler ve çıkarımlar arasındaki farklılıkları ve ilişkileri uygun bağlamsal ifadelerle ve örneklerle tutarlı ve istikrarlı bir şekilde açıklar.

3. Bilimsel bilginin teori kökenli olması (Theory-laden Aspect)

0 Bilim insanlarının nesnel olduklarını iddia eder. Ona göre görüşlerdeki farklılıklar belirli olmayan veya sağlam olmayan veriler yüzündendir. Daha sonraki keşifler veya çalışmalar bir olguya ilişkin bir tek doğru görüşe veya açıklamaya öncülük edecektir.

1 Bilim insanlarının sahip oldukları farklı bakış açılarının yorumlamaları veya görüşleri yalnızca dini görüşler bakımından etkileyebileceğini söyler. "ön yargı" terimini olumsuz bir bağlamda ve uygulama olarak görür. Yanıtlarında birtakım çelişkiler vardır.

2 Yorumlamalardan bahsederken "ön yargı" teriminden daha geniş ve nesnel bir şekilde ısrarla bahseder.

3 Alınan eğitim, motivasyon düzeyi ve ilgi alanlarına göre değişiklik gösterebilecek durumların farklı bilimsel görüşlerin ortaya çıkmasında rolü olduğundan bahseder. Yanıtlar çelişkili ifadeler içermez.

4. Yasalar ve teoriler farklı türde bilgilerdir (Laws-theories Aspect)

0 Hem yasayı hem de teoriyi yanlış şekilde tanımlar. Teori bir yerlerde saklı değildir bu nedenle değişebilir; ancak yasa bir yerlerde saklıdır ve keşfedilmeyi bekler. Bu yüzden değiştirilemez.

1 Teori veya yasadan sadece birini doğru şekilde tanımlayabilir. Teorinin yasaya dönüşeceğini iddia eder.

2 Hem yasayı hem de teoriyi doğru şekilde tanımlar. Fakat yanıtlarında buna ek olarak çelişkili ifadeler ve yanılgılar mevcuttur.

3 Hem yasayı hem de teoriyi doğru bir şekilde tanımlar. Yanıtlarında ek olarak çelişkili ifadeler veya yanılgılar mevcut değildir.

5. Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı (Social and Cultural Embeddedness Aspect)

0 Bilimin kültürü veya kültürün de bilimi etkilediği konusuna neredeyse hiç değinmez. Bilimsel süreçleri ve işlemleri; kültürel etkilerden bağımsız, kültüre oranla daha baskın olan durağan ve değişmez olarak görür.

1 Kültürün ve sosyal kuralların bilimi etkilediğini doğrular; fakat bazı ek ifadeleri çelişkilidir. Yanıtlar örneklerden yoksun olduğu için bu durum sınırlı bir anlayışa işaret eder.

2 Kültürün ve sosyal kuralların bilimi etkilediğini çelişkili ifadelere yer vermeden doğrular. Fakat örnekler verip detaylara giremez.

3 Kültürün ve sosyal kuralların bilimi etkilediğini çelişkili ifadelere yer vermeden doğrular. Örnekler vererek aradaki ilişkiyi detaylandırır veya ilişkiyi detaylı şekilde izah eder.

6. Bilimsel bilginin değişebilirliği (Tentative Aspect)

0 Bilimin kanıtlandığını söyler. Eğer tekrarlanan gözlemler veya deneyler yapılmışsa bunlar bilimsel gerçeklerin veya teorilerin kesinlikle doğru veya doğruya yakın olduğunu gösterir.

1.5 Bilime ilişkin bazı kavramların veya alanların (örneğin teoriler) değişebileceğini belirtirken, bazılarının değişmeyeceğini ifade eder (örneğin yasalar). Yanıtlarda çelişkili ifadeler mevcuttur. Bilimsel fikirlerin, ilke ve prensiplerin vb. değişimine neyin sebep olabileceğine ilişkin herhangi bir görüş belirtilmemiştir.

3 Bilimin değişime açık olduğunu ve buna teori ve yasaların da dahil olduğunu belirtir. Bilim kesin olarak doğru olan sonuçlar veremez, sonuçlar ancak belirli bir güvenirlik düzeyinde ifade edilebilir. Elde edilen yeni veriler, mevcut verilerin yeni bakış açılarıyla yeniden değerlendirilmesi ve kültürel etmenler değişimin kaynaklarındandır.

7. Bilimsel bilgi yaratıcılığa ve hayal gücüne dayalıdır (Creative and Imaginative Aspect)

0 Yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel alandaki kullanımını görmezden gelir veya reddeder; bunları ön yargıyla hareket etmek anlamında kullanır.

1.5 Yaratıcılık ve hayal gücü bilimsel alanda kullanılabilir ancak bu kullanım deneylerin geliştirilme aşaması veya veri toplama teknikleri gibi aşamalarla sınırlıdır. Veri analizi gibi farklı aşamalarda yaratıcılık ve hayal gücünden kaçınılır.

3 Yaratıcılık ve hayal gücü; veri analizi, araştırma modeli, hipotez oluşturma ve teori geliştirme gibi aşamaları içeren bilimsel uğraşların tamamında kullanılır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Ümit DURUK
Doğum Yeri	: Adapazarı
Doğum Tarihi	: 15.04.1986
Medeni Hali	: Bekar
Yabancı Dili	: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	: Merkez Bankası Derince Anadolu Lisesi (2000-2004)
Lisans	: Kocaeli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği (2005-2009)
Yüksek Lisans	: Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilgisi Öğretmenliği (2009-2012)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Adıyaman Üniversitesi Eğitim Fakültesi 2011- …

Yayınları (SCI ve Diğer)

Duruk, U., Akgün, A., Doğan, C. & Gülsuyu, F. (2017). Examining the learning outcomes included in the Turkish science curriculum in terms of science process skills: A document analysis with standards-based assessment. *International Journal of Environmental and Science Education, 12*(2), 117-142.

Akgün, A., Duruk, Ü. & Tokur, F. (2017). Gözlem gezisi yönteminin öğretmen adaylarının çevreye ve çevre eğitimine ilişkin görüşlerine etkisi. *Route Educational and Social Science Journal*, 4(2), 65-82.

Duruk, U., Akgün, A., Kılıç, B. (2017). Both lasting and translated NOS understandings. Is it really possible?: A collaborative intervention by means of instructional planning within highly-contextualized explicit-reflective NOS instruction. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Kuşadası/Aydın.

Duruk, U., Akgün, A., Kılıç, B. (2017). RIASEC mesleki ilgi envanterine göre sınıflandırılan öğrencilerin yaratıcılık ve üst bilişsel farkındalık düzeyleri. IV th International Eurasian Educational Research Congress, Denizli.

Akgün, A., Duruk, A., Akdağ, G., Kılıç, B. (2017). 360 degree feedback: A holistic approach to the interaction of self, peer and teacher assessment in a collaborative learning process. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Kuşadası/Aydın.

Duruk, U., EA Fırat & Akgün, A. (2017). Turkish adaptation and psychometric evaluation of the moral metacognition scale. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology, Kuşadası/Aydın.

Akgün, A., & Duruk, U. (2016). The investigation of preservice science teachers' critical thinking dispositions in the context of personal and social factors, *Science Education International*, *27*(1), 3-15.

Akgün, A., Tokur, F., ve Duruk, U. (2016). Fen öğretiminde öğrenilen kavramların günlük yaşamla ilişkilendirilmesi: Su kimyası ve su arıtımı. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *6*(1), 161-178.

Akgün, A., Duruk, U., & Güngörmez, H. G. (2016). Ortaokul öğrencilerinin çevre eğitimi kavramına yönelik metaforları. *Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 2*8, 215-224.

Akgün, A., Duruk, Ü. ve Gülmez Güngörmez, H. (2016). Altıncı sınıf öğrencilerinin ortak bilgi yapılandırma modeline ilişkin görüşleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *5*(1), 184-203.

Tokur, F., Duruk, Ü. & Akgün, A. (2014). Investigation of the effect of POE activities on remedying preservice science teachers'misconceptions in the context of growing and developing in flowery plants unit. *Route Educational & Social Science Journal*, *1*(1), 65-80.