

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

**BİLİMİN DOĞASI KONUSUNDA DERSE ENTEGRE
EDİLMİŞ VE EDİLMEMİŞ DOĞRUDAN YANSITICI
YAKLAŞIM ETKİNLİKLERİNİN FEN BİLGİSİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL BİLGİNİN
DOĞASI ANLAYIŞINA ETKİSİ:
ATOM VE KİMYASAL BAĞLAR**

Doktora Tezi

Fatma ÖNEN

İstanbul, 2011

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

**BİLİMİN DOĞASI KONUSUNDA DERSE ENTEGRE
EDİLMİŞ VE EDİLMEMİŞ DOĞRUDAN YANSITICI
YAKLAŞIM ETKİNLİKLERİNİN FEN BİLGİSİ
ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL BİLGİNİN
DOĞASI ANLAYIŞINA ETKİSİ:
ATOM VE KİMYASAL BAĞLAR**

Doktora Tezi

Fatma ÖNEN

Danışman: Prof. Dr. Hale BAYRAM

İstanbul, 2011

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

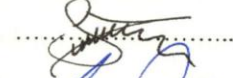
Fatma ÖNEN tarafından hazırlanan "Bilimin doğası konusunda derse entegre edilmiş ve edilmemiş doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışına etkisi: atom ve kimyasal bağlar" başlıklı bu çalışma, ~~11.02.2011~~ tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmzalar

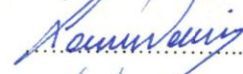
Danışman : Prof. Dr. Hale BAYRAM



Üye : Prof Dr. Fatma ŞAHİN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Levent DENİZ



Üye :Doç. Dr. Esra MACAROĞLU AKGÜL



Üye : Yrd.Doç. Dr. Musa ÜCE



ÖNSÖZ

Bilim ve bilimsel bilginin gelişimi ve değişimi yüz yıllardır süregelen bir süreçtir. Bu süreç insanoğlunun, yaşamını da önemli ölçüde etkilemiştir. Gelişmiş ülkeler seviyesine erişebilmek amacıyla, bilimsel çalışmalara verilen önem de artmış ve mevcut gelişmeler öğretim programlarına yansıtılmıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak, bilimsel okuryazar bireyler yetiştirilmesi de önemli bir eğitim çıktısı olarak belirlenmiştir. Ayrıca bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmenin temel şartlarından olan, bilim ve bilimin doğasının anlaşılması da öğretim programlarında temel bir kazanım olarak belirlenmiştir. Bu süreçte ise en önemli görev, formal eğitimin sürdürülmesinde önemli bir payı olan, eğitim kurumlarına ve buna bağlı olarak da öğretmenlere düşmektedir. Mevcut gelişmeler ışığında kendini yenileyebilen eğitimciler, çağdaş uygarlığın getirdiği yeniliklere kolaylıkla uyum sağlayacak ve bunu kendi eğitim anlayışlarına da yansıtacaklardır. Bu nedenle gerek öğretmen gerekse öğretmen adaylarının, her türlü gelişmeyi takip edebilme ve bunu kendi anlayışlarına yansıtabilmesi beklenmektedir. Globalleşen dünyada farklı gelişmeleri takip ederek, çağdaş dünya görüşüne sahip olabilmenin en temel şartı eğitimden geçmektedir. Bu nedenlere bağlı olarak, küçük yaşlardan itibaren, öğrencilerin çağdaş anlayışlar doğrultusunda eğitilmesi temel bir hedef olarak görülmeli ve bu görevi gerçekleştirecek olan öğretmenlerin de bu beklentileri karşılayacak nitelikte olması gerekmektedir. Bu nedenlerden yola çıkarak araştırmada, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının ve farklı yaklaşımlarla verilen bilimin doğası eğitiminin, bu anlayışlara olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmam boyunca bana yol gösteren değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Hale BAYRAM'a, manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen çok kıymetli hocam Doç. Dr. Esra MACAROĞLU AKGÜL'e, bana her konuda destek olan aileme, ihtiyacım olduğunda çekinmeden başvurduğum arkadaşlarıma ve araştırmaya tüm içtenlikleriyle katılan öğrencilerime teşekkür ederim.

ÖZET

BİLİMİN DOĞASI KONUSUNDA DERSE ENTEGRE EDİLMİŞ VE EDİLMEMİŞ DOĞRUDAN YANSITICI YAKLAŞIM ETKİNLİKLERİNİN FEN BİLGİSİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ BİLİMSEL BİLGİNİN DOĞASI ANLAYIŞINA ETKİSİ: ATOM VE KİMYASAL BAĞLAR

Farklı alanlarda yaşanan gelişmeler, mevcut çalışmaları ve günlük yaşamı önemli ölçüde etkilemektedir. Bu süreç, bireyin fen bilgisini etkili bir şekilde kullanmasını; ayrıca fen ile toplum ilişkisini yeterli bir şekilde kurmasını gerektirmektedir. Fen ve teknoloji eğitiminin bu denli öneme sahip olduğu günümüzde, bu eğitimi gerçekleştirecek olan öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğretmenlerin sahip oldukları bilim ve bilimin doğası anlayışının öğrencilerin düşüncelerini etkileyeceği açıktır.

Bu araştırmanın amacı; doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanarak, Genel Kimya I müfredatına entegre edilmeden ve edilerek, uygulanmış olan bilimin doğası öğretiminin; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine olan etkisinin belirlenmesidir. Bu amaçla araştırmada “ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli” kullanılmıştır. Araştırma üç basamaktan oluşmaktadır. Araştırmanın ilk ve son basamağını öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarının belirlenmesi; ikinci basamağını ise bu anlayışın geliştirilmesi amacıyla düzenlenen ders planının uygulanması oluşturmaktadır.

Araştırma 2008–2009 eğitim-öğretim yılında, İstanbul’da bulunan büyük ölçekli, bir üniversitenin birinci sınıfında verilmekte olan Genel Kimya I ders müfredatında uygulanmış ve araştırmaya bu üniversitenin İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda öğrenim görmekte olan 64 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma, Genel Kimya I dersi müfredatında yer alan atom, periyodik cetvel ve kimyasal bağlar konuları temel alınarak düzenlenmiş ve sekiz hafta sürmüştür.

Araştırmanın yürütüldüğü üç farklı örneklem grubunda, birbirinden farklı uygulamalara yer verilmiştir. Deney I grubunda uygulanan öğretimin temelini, Genel

Kimya I müfredatına entegre edilmemiş öğretim tasarımı oluşturmaktadır. Bu amaçla literatürden, sekiz farklı aktivite seçilerek uygulanmıştır. Deneysel II grubunda işlenen derslerin temelini ise Genel Kimya I müfredatına entegre edilmiş öğretim tasarımı oluşturmaktadır. Kontrol grubunda ise dersler geleneksel yöntemle işlenmiştir. Deneysel I ve II grubunda işlenen dersler, bilimsel bilginin doğası anlayışını geliştirecek nitelikteki, doğrudan-yansıtıcı, sorularla desteklenmiş ve öğretmen adaylarının bilimin doğası boyutlarını tartışması sağlanmıştır.

Araştırma verileri, bilimin doğası hakkında görüşler ölçeği (VNOS-C), bilimin doğası hakkında görüş formu (BDHGF), video kayıtları ve görüşme kayıtları kullanılarak toplanmıştır. VNOS-C ölçeğine verilen cevaplar, nitel veri analiz yöntemlerinden biri olan “içerik analizi” kullanılarak; BDHGF’nden elde edilen sonuçlar ise basit yüzdelik hesaplama ile değerlendirilmiştir. Video kayıtları ve görüşme kayıtlarından elde edilen veriler ise mevcut sonuçları desteklemek amacıyla kullanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, doğrudan öğretim yaklaşımına göre düzenlenmiş ve Genel Kimya I müfredatına entegre edilerek ve edilmeden uygulanmış olan öğretim tasarımlarının, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerinde değişime neden olduğunu; buna karşın kontrol grubunda uygulanan öğretimin ise öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarında önemli bir değişime neden olmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca müfredata entegre edilmiş ve edilmemiş öğretim tasarımları arasında, bilimsel bilginin doğasını öğrenme açısından herhangi bir farklılık da tespit edilmemiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öneriler getirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Bilimin doğası, fen eğitimi, doğrudan-yansıtıcı yaklaşım, dolaylı yaklaşım, öğretmen eğitimi, fen bilgisi öğretmen adayı.

ABSTRACT

THE IMPACT OF INTEGRATED AND NON-INTEGRATED EXPLICIT REFLECTIVE TEACHING ACTIVITIES ON PRESERVICE SCIENCE TEACHERS' VIEW ON NATURE OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE: ATOM AND CHEMICAL BONDS

Developments in different fields have fairly effected the already existing works and daily life. This process requires the individual to use his science and technology knowledge efficiently and also setting up competent relationship between science and society. As the science and technology is so important today, the tutors that are going to carry out this educations have great tasks. It is obvious that tutor's understanding of science and nature of science will influence students' thoughts.

The purpose of this reserach is to determine the effect of teaching nature of science that is designed according to explicit teaching approach and practiced as integrated or non-integrated to General Chemistry I curriculum to prospective science teachers' view of nature of science. For this purpose, 'pre test-final test control group trial model' is used in the research. The research includes three steps. In the first and last step, prospective science teachers' understanding of nature of science is defined, in the second step the lesson plan organized to enlarge this understanding is applied.

The research has been applied in General Chemistry I class curriculum that is given in the first of grade of a large scaled university in 2008-2009 academic year and some 64 prospective science teachers studying in The Department of Primary School Science Instructorship in this university. The research was organized on the basis of atom, periodic table and chemical bonds which are all the topics of General Chemistry I course content and lasted for 8 weeks.

Three different paradigms in which research is carried out have all performed different applications. The activities that are not integrated to General Chemistry I curriculum constitute the base of instructional design applied in the first experimental group. However, the instructional design integrated to general chemistry I curriculum make up the basis of courses taught in the second experiment group. In the control

group, courses are handled with the traditional method. The courses processed in experiment groups I and II are supported with explicit-reflective questions that will improve the nature of science and teacher candidates are assured to discuss these dimensions.

Research data has been collected with the usage of views of nature of science scale (VNOS-C), the views about the nature of science form (BDHGF), video records and interview records. Questions to VNOS-C scale are evaluated according to 'content analysis', a method of qualitative data analysis; the results of BDHGF are evaluated with basic percentage calculation. The data got from the video records and interviews are used to support the existing results.

The results of the research have been designed in accordance with explicit teaching method and have brought up that the instructional designs that are applied by integrated or nonintegrated cause a change in prospective science teacher's views about the nature of science, however the education applied in control group haven't caused great importance in prospective science teacher's view of nature of science. Besides, there has been no difference between the integrated and nonintegrated instruction designs about learning the nature of science. In the trace of the results new proposals have been made.

Key words: Nature of science, science education, explicit-reflective approach, implicit approach, teacher education, prospective science teacher.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
1.1.PROBLEM DURUMU	4
1.2.ARAŞTIRMANIN AMACI.....	8
1.3.ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	9
1.4.SAYILTIAR	11
1.5.SINIRLIKLAR.....	12
BÖLÜM II.....	13
LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	13
2.1.BİLİM	13
2.1.1.Geleneksel ve Çağdaş Bilim Anlayışı Çerçevesinde Bilim	15
2.2.BİLİMSEL OKURYAZARLIK	23
2.3.BİLİMİN DOĞASI.....	26
2.3.1.Bilimin Doğasına Tarihsel Bir Bakış	26
2.3.2.Bilimin Doğası Öğretiminin Önemi ve Öğretmen Eğitimindeki Yeri	28
2.3.3.Bilimin Doğasına İlişkin Tanımlamalar.....	32
2.3.4.Bilimin Doğasına İlişkin Temel Kavramlar	34
2.3.5.Bilimin Doğası Hakkında Yanlış İnanışlar	38
2.3.6.Bilimin Doğası Öğretiminde Kullanılan Yaklaşımlar.....	45
2.3.7.Bilimin Doğası Hakkında Görüşleri Belirlemek İçin Kullanılan Ölçme Araçları.....	48
2.3.8.Bilimin Doğasına İlişkin Görüşlerin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Amacıyla Yapılan Araştırmalar	51
BÖLÜM III	71
YÖNTEM.....	71
3.1.ARAŞTIRMANIN DESENİ.....	71
3.2.ÖĞRETİM PLANININ UYGULANMASI.....	72

3.2.1.Deney I Grubunda Öğretim Planının Uygulanması	76
3.2.2.Deney II Grubunda Öğretim Planının Uygulanması.....	81
3.2.3.Kontrol Grubunda Öğretim Planının Uygulanması	85
3.3.ARAŞTIRMA VERİLERİNİN TOPLANMASI.....	86
3.3.1.Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (Views of Nature of Science Questionnaire-VNOS-C).....	89
3.3.2.Bilimin Doğası Hakkında Görüş Formu (BDHGF).....	91
3.3.3.Video Kayıtları.....	92
3.3.4.Görüşme Yöntemi	93
3.4.ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ.....	94
3.4.1.Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (Views of Nature of Science Questionnaire-VNOS-C).....	95
3.4.2.Bilimin Doğası Hakkında Görüş Formu (BDHGF).....	97
3.4.3.Video Kayıtları ve Görüşme Yöntemi	98
BÖLÜM IV	99
BULGULAR VE YORUMLAR.....	99
4.1.VNOS-C ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN BULGULAR.....	99
4.1.1.Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğasına İlişkin Bulgular	99
4.1.2.Bilimsel Teoriler ve Kanunlara İlişkin Bulgular.....	118
4.1.3.Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğasına İlişkin Bulgular	131
4.1.4.Bilimsel Bilginin Nesnel Doğasına İlişkin Bulgular.....	147
4.1.5.Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğasına İlişkin Bulgular	157
4.1.6.Bilimde Gözlem-Çıkarım İlişkisine Ait Bulgular	170
4.1.7.Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Doğasına İlişkin Bulgular	182
4.2.BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞ FORMUNA İLİŞKİN BULGULAR (BDHGF).....	197
4.2.1.Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğasına İlişkin Bulgular	198
4.2.2.Bilimsel Teoriler ve Kanunlara İlişkin Bulgular.....	218
4.2.3.Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğasına İlişkin Bulgular	228
4.2.4.Bilimsel Bilginin Nesnel Doğasına İlişkin Bulgular.....	235
4.2.5.Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğasına İlişkin Bulgular	243
4.2.6.Bilimde Gözlem-Çıkarım İlişkisine Ait Bulgular	253
4.2.7.Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Doğasına İlişkin Bulgular	257
BÖLÜM V	265
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	265
5.1.SONUÇ VE TARTIŞMA	265

5.1.1.Doğrudan Öğretim Yaklaşımına Göre Tasarlanmış ve Genel Kimya 1 Müfredatına Entegre Edilmeden Uygulanmış Olan Bilimin Doğası Öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma.....	265
5.1.2.Doğrudan Öğretim Yaklaşımına Göre Tasarlanmış ve Genel Kimya 1 Müfredatına Entegre Edilerek Uygulanmış Olan Bilimin Doğası Öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma.....	271
5.1.3.Geleneksel Öğretimin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma ..	277
5.1.4.Farklı Öğretim Tasarımlarının, Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlere Olan Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma	282
5.2.ÖNERİLER.....	285
5.2.1.Bilimin Doğasının Öğretilmesine Yönelik Öneriler	285
5.2.2.Öğretmen Eğitimcilerine Yönelik Öneriler.....	286
5.2.3.Bu Alanda Çalışma Yapacak Olan Araştırmacılara Yönelik Öneriler....	287
KAYNAKÇA	288
EKLER	313
EK 1. BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞLER ÖLÇEĞİ (VNOS-C).....	313
EK 2. BİLİMİN DOĞASI GÖRÜŞME ANKETİ	315
EK 3. BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞ FORMU(BDHGF)	319
EK 4 . DENEY I GRUBU DERS PLANI.....	323
EK 5. DENEY II GRUBU DERS PLANI	338
EK 6. DENEY II GRUBU DERS ÖZETLERİ.....	354
EK 7. DENEY II GRUBU DERS SUNUMLARI	402

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmalara ilişkin vurgular (Şimşek, 1994).	16
Tablo 2: Pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmanın temel nitelikleri.....	18
Tablo 3: Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurgular.....	20
Tablo 4: Bilimin doğası hakkındaki görüşleri ölçmek için kullanılan ölçüm araçları	48
Tablo 5: Deney I, deney II, kontrol gruplarında uygulanan öğretim tasarımları	73
Tablo 6: Deney I ve deney II grubunda uygulanan aktivitelerin haftalara göre dağılımı	73
Tablo 7: Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları	86
Tablo 8: VNOS-C ölçeğinde yer alan bilimin doğası boyutlarının sorulara yönelik analizi	90
Tablo 9: BDHGF’nda yer alan bilimin doğası boyutlarının sorulara yönelik analizi	91
Tablo 10: Araştırmadaki veri toplama araçlarının hangi amaçla kullanıldığı ve nasıl analiz edildiği	95
Tablo 11: Deney I grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları	198
Tablo 12: Deney I grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları.....	199
Tablo 13: Deney I grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları	201
Tablo 14: Deney I grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları	202
Tablo 15: Deney I grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	204
Tablo 16: Deney II grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları	206
Tablo 17 : Deney II grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları	207
Tablo 18: Deney II grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları	208
Tablo 19: Deney II grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları	209
Tablo 20: Deney II grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları	210
Tablo 21: Kontrol grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları.....	212
Tablo 22 : Kontrol grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları	213
Tablo 23: Kontrol grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları.....	214
Tablo 24: Kontrol grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	215
Tablo 25: Kontrol grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları	216
Tablo 26: Deney I grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları.....	219

Tablo 27: Deney I grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	220
Tablo 28: Deney II grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları	222
Tablo 29: Deney II grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	223
Tablo 30: Kontrol grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları	225
Tablo 31: Kontrol grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları	226
Tablo 32: Deney I grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	228
Tablo 33: Deney I grubunun BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları	229
Tablo 34: Deney II grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları	231
Tablo 35: Deney II grubunun BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları	232
Tablo 36: Kontrol grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	233
Tablo 37: Kontrol grubunu BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	234
Tablo 38: Deney I grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları	236
Tablo 39: Deney I grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları	236
Tablo 40: Deney II grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları.....	238
Tablo 41: Deney II grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları	239
Tablo 42: Kontrol grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları	241
Tablo 43: Kontrol grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	242
Tablo 44: Deney I grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları.....	244
Tablo 45: Deney I grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları	245
Tablo 46: Deney I grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları.....	246
Tablo 47: Deney II grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları	247
Tablo 48: Deney II grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları	248
Tablo 49: Deney II grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları	249
Tablo 50: Kontrol grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları	250
Tablo 51: Kontrol grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	251
Tablo 52: Kontrol grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları	252
Tablo 53: Deney I grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları	253
Tablo 54: Deney II grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları.....	255
Tablo 55: Kontrol grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları.....	256
Tablo 56: Deney I grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	258
Tablo 57 : Deney I grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları	258
Tablo 58 : Deney II grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları	260

Tablo 59: Deney II grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları.....	261
Tablo 60: Kontrol grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları.....	262
Tablo 61 : Kontrol grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları.....	263

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Bilimsel okuryazarlık kavramının kavramsal açıklaması.....	24
Şekil 2: Olaylar, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki yanlış hiyerarşik ilişki .	39
Şekil 3: “Hipotez” kavramının çoklu açıklamalarını gösteren soyağacı.....	40
Şekil 4: Bilimsel metot basamaklar.....	40
Şekil 5: Tümevarım ve tümdengelim süreci	41
Şekil 6: Bilginin oluşumu sürecinde yaratıcılığın yeri.....	42

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bilimsel bilginin sürekli değiştiği globalleşen dünyada bilgiye ulaşma kolaylaşırken, bilginin elde edilmesi süreci oldukça önem kazanmıştır. Bilim anlayışı dünyanın ve toplumların geçirmiş olduğu değişimle birlikte zorunlu bir değişim içine girmiştir. Bilim dünyasında meydana gelen bu değişiklikler toplumları ve dolayısıyla bireyleri doğrudan etkilemektedir. Birey bu değişime uyum sağlayabilmek amacıyla kendisi de değişim süreci içine girmektedir.

Bilimde meydana gelen değişikliklerin tümü gerek toplumların gerekse bu toplumların eğitilmesinde büyük bir öneme sahip olan örgün eğitim kurumlarının yapısında ve işleyiş sürecinde de değişimi beraberinde getirmiştir. Eğitimin temel amacı “millî birlik ve bütünlük içinde iktisadî, sosyal ve kültürel kalkınmayı desteklemek ve hızlandırmak; Türk milletini çağdaş uygarlığın yapıcı, yaratıcı, seçkin bir ortağı yapmak” olarak belirlenmiştir (MEB, 2006). Bu noktada bilim ve bilimsel bilgiye verilen önem artmış, buna paralel olarak ilköğretim müfredatında; klasik eğitim anlayışından uzaklaşmış ve bilimsel bilginin önemi üzerine odaklanılmıştır.

Günümüz gelişmelerinin tümünü takip ederek, çağdaş uygarlık seviyesine ulaşabilmek için toplumdaki bireylerin mevcut gelişmeleri takip edebilmesi, karşılaştığı problemlerin farkına varabilmesi, bu problemlere ilişkin farklı çözüm yolları üretebilmesi beklenmektedir. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, küreselleşme, uluslararası ekonomik rekabet günümüz toplumlarını oldukça etkilemektedir. Bu sürece uyum sağlayabilmek için, toplum içerisindeki bireylerin bilimsel okuryazar olarak yetişmesi ve bu süreçte de fen derslerinin temel bir görev üstlenmesi kaçınılmazdır (MEB, 2006).

Bu süreci takip edebilmek amacıyla, Milli Eğitim Bakanlığı'nın temel hedefleri göz önüne alınmış ve çağdaş uygarlık düzeyine ulaşabilmenin en temel şartlarından biri

olan bilimsel okuryazar bireyler yetiştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Mevcut gelişmelerle birlikte ülkemizde de Fen ve Teknoloji dersi öğretim programında revizyona gidilmiş ve bilimsel okuryazarlığın kazandırılması amacıyla fen eğitimi üzerine yapılan vurgu da arttırılmıştır. Ulusal Fen Eğitimi Standartlarına (National Science Education Standarts) göre bilimsel okuryazarlık; kişisel karar verme, toplumsal ve kültürel etkinliklere katılma ve ekonomik üretkenlik için gerekli olan süreç ve bilimsel kavramların anlaşılması olarak tanımlanmıştır (NRC, 1996).

Bilimsel okuryazarlığın sağlanması sürecinde anahtar bir rol oynayan fen ve teknoloji dersi programı, 2006 yılında, mevcut gelişmeleri yansıtabilecek nitelikte düzenlenmiştir. Buna göre yeni fen ve teknoloji programında bilimsel okuryazarlık üzerine vurguda bulunulmuş; ancak bilimsel okuryazarlık kavramı fen okuryazarlığı olarak nitelendirilmiştir. Bilimsel okuryazarlık üzerine yapılan vurgunun ardından Fen ve Teknoloji dersi programının vizyonu, “bireysel farklılıkları ne olursa olsun bütün öğrencilerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi” olarak belirlenmiştir (MEB, 2006).

Fen ve Teknoloji programında, toplumdaki bireylerin, alan farkı olmaksızın eğitimin ilk gününden itibaren fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi hedeflenmiş; toplumun en alt tabakasından en üst tabakasına kadar tüm bireylere bu yetinin kazandırılması amaçlanmıştır. Böylece toplumda kendine yetebilen, kendi problemlerinin farkına varabilen, problemlerine ilişkin farklı çözüm yolları üretebilen, teknolojik ve bilimsel gelişmeleri takip edebilen bireylerin yetiştirilmesi ve buna bağlı olarak da ülkenin belirlenen çağdaş uygarlık düzeyine ulaştırılması amaçlanmıştır.

The American Association for the Advancement of Science (1989)’a göre Fen okuryazarlığı, “Dünyada yaşanan olaylara aşikâr olmak; matematik, teknoloji ve fen bilimleri arasındaki ilişkilerin farkında olmak; fen kavram ve ilkelerini anlamak; bilimsel düşünme becerisine sahip olmak; fen, matematik ve teknolojinin insan ürünü olduğunu bilmek ve uygulamalarını yapabilmek, kişisel ve sosyal amaçları için bilimsel bilgiyi ve bilimsel düşünme yollarını kullanabilmek” olarak tanımlanmıştır (Cajas, 2001).

MEB'nin uygulamaya koyduğu Fen ve Teknoloji öğretim programında ise fen okuryazarlığı; “Bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirmeleri, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için fenle ilgili beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilerin bir bileşimi” olarak tanımlanmıştır.

Fen ve Teknoloji programında fen okuryazarlığı; fen bilimleri ve teknolojinin doğası, anahtar fen kavramları, bilimsel süreç becerileri (BSB), fen-teknoloji-toplum-çevre (FTTÇ) ilişkileri, bilimsel ve teknik psikomotor beceriler, bilimin özünü oluşturan değerler, fen'e ilişkin tutum ve değerler (TD) olmak üzere yedi boyutu içermektedir. Buna göre fen okuryazarı olan bir bireyden bilimin ve bilimsel bilginin doğasını anlaması, temel fen kavram, ilke ve yasalarını anlayarak kullanması, problemleri çözerken ve karar verirken bilimsel süreç becerilerini kullanması, fen-teknoloji-toplum-çevre arasındaki etkileşimleri anlaması, bilimsel ve teknik psikomotor beceriler geliştirmesi, bilimsel tutum ve değerlere sahip olması beklenmektedir (MEB, 2006).

Buna göre ilköğretim müfredatı, öğrencilerin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetiştirilmesi amacıyla bilimin doğası, bilimsel işlem becerileri ve alan bilgisi gibi farklı boyutların birbiriyle entegre edilmesi ve bu boyutları kapsayacak şekilde eğitim-öğretimin sürdürülmesinin gerekliliği üzerine vurgu yapmaktadır.

Literatürde bilimsel okuryazarlık ile fen okuryazarlığına ilişkin pek çok tanımlama yer almaktadır. Tanımlamaların bazıları birbirinden farklı olmakla birlikte, hem bilimsel okuryazarlık hem de fen okuryazarlığına ilişkin ortak temalara da rastlanmaktadır.

Bilimsel okuryazarlık kavramı kişisel karar verme yetisi kazanabilme, kendi problemlerini çözebilme ve farklı durumlar için çözüm yolları üretebilme, bilimsel düşünme ve bilimsel sorgulama becerisi kazanabilme, farklı bilimsel süreçleri kullanabilme, bilim ve bilimsel bilginin doğasını anlayabilme gibi alt boyutlar üzerine odaklanmaktadır. Bu alt boyutlara, yeni öğretim programında da ayrı ayrı yer

verilmiş ve her birine ilişkin davranışların kazandırılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda bilim ve bilimsel bilginin doğasının anlaşılması da, bilimsel okuryazarlığın önemli bir alt boyutu olarak belirlenmiştir.

1999 yılında yapılan Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması'ndan (TIMMS) elde edilen sonuçlar, ülkemizin bilimin doğasını anlama ve bilimsel araştırmaya dayalı beceriler konusunda oldukça yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır (Bağcı Kılıç, 2003). Bu sonuç çeşitli reform hareketlerine rağmen, mevcut yapıda aksaklıkların olduğunu gösterir niteliktedir.

Fen eğitiminin bu denli öneme sahip olduğu günümüzde, bu eğitimi gerçekleştirecek olan öğretmenlere önemli görevler düşmektedir. Öğretmenlerin sahip oldukları bilim ve bilimin doğası anlayışının, öğrencilerin düşüncelerini etkileyeceği açıktır. Bu açıdan ele alındığında geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin doğasını anlayan ve bilimsel süreçleri uygulayabilen bilimsel okuryazar bireyler yetiştirebilmeleri için, lisans sürecinde alacakları eğitimin oldukça önemli olduğu görülmektedir.

1.1.PROBLEM DURUMU

Yeni buluşlar, bilim ve teknolojiye gelişmeler bilimsel alanda yapılan çalışmaları ve günlük yaşamı önemli ölçüde etkilemektedir. Birey gerek toplumun gerekse kendi problemlerinin çözümünü bulabilmek amacıyla daha aktif bir rol üstlenmekte ve sahip olduğu bilgi birikimini kullanarak farklı çözüm yollarını bir araya getirmektedir. Bu süreç bireyin fen bilgisini etkili bir şekilde kullanmasını gerekli kılmaktadır. Çünkü fen, içeriği gereği öğrencileri bilimsel düşünmeye sevk etmektedir.

Fen ve teknoloji müfredatının toplumsal yaşamdan ayrı bir parça olmadığı ve fen ile bireyin içinde yaşadığı toplumun bir arada düşünülmesinin gerekliliği önem kazanmıştır. Fen ve teknoloji programında yer alan konuların daha çok günlük yaşamdan seçilerek, öğrencilerin fen derslerine olan ilgisinin artırılması oldukça

önemlidir. Böylece öğrencilerin bilim ve günlük yaşamı bir araya getirerek bilimsel bir anlayış kazanmaları ve bilimsel bilginin doğasını anlamaları hedeflenmiştir.

Bilim ve bilimin doğası anlayışına ilişkin yapılan çalışmalar yüzyılın başından bu yana süregelmektedir. 1900'lü yılların başlarından itibaren, bilimin çeşitli özelliklerinin öğretilmesinin gerekliliği üzerinde durulmakta ve bu özelliklerin fen eğitiminde temel bir amaç olması hedeflenmektedir. Yüz yıllar boyunca süren çalışmalar sonrasında ise günümüzde gelinen nokta, bilimsel bilginin nasıl üretildiği, bilimin nasıl çalıştığı, bilim felsefesi ve tarihinin fen eğitime nasıl entegre edilebileceği üzerine odaklanmaktadır (McComas, Clough ve Almazroa, 2000). Rudolph (2000) da bilimin doğasının müfredatın bir parçası olarak düşünülmesi gerektiği üzerine odaklanmaktadır. Buna bağlı olarak Wenning bilimin doğası öğretiminin gerçekleştirilmesi için; okuma parçaları, örnek olay tartışmaları, araştırma dersleri, araştırma laboratuvarları, tarihsel çalışmalar ve çoklu değerlendirmeler yapılmasının gerekliliği üzerine vurgu yapmaktadır (2006).

Ülkemizde de bilimin doğası öğretimi, ilköğretim müfredatı kapsamında yer almakta ve tüm sınıf seviyelerindeki öğrenciler için yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Bu süreç öğrencilerin sınıf içinde daha aktif olmasını, araştırmasını, sorgulamasını ve düşünmesini gerekli kılarken; öğretmenlerin de farklı alan bilgilerini entegre bir şekilde kullanarak öğretimi sürdürmesini, öğrencilere daha çok rehberlik yapmasını ön görmektedir. Bu bağlamda sınıf içi faaliyetlerin düzenlenmesinde öğretmenlere düşen görevin büyük oranda arttığı ve öğretmenlerin, alanla ilgili veya ilgisiz, mevcut bilgi eksikliklerinin öğrenme sürecini önemli ölçüde etkileyeceği görülmektedir. Bu açıdan ele alındığında müfredat kapsamında yer alan konuların, özellikle bilimin doğası öğretiminin eğitim-öğretim sürecini düzenleyen öğretmenleri yakından ilgilendirdiği görülmektedir.

Öğretmenlerin bilimin doğasını anlama biçimleri ve inançlarının, öğretim deneyimlerini etkilediği birçok çalışmada tespit edilmiştir (Lederman, 1992; Lederman, 1999; Murcia ve Schibeci, 1999; Tairab, 2001; Lin ve Chen, 2002; Dass, 2005; Akçay, 2006; Öztuna Kaplan, 2006; Waters-Adams, 2006). Bu sonuç

öğretmenlerin mevcut bilgi bakımından yeterli kazanımlara sahip olmaları; öğretmen adaylarının ise tam donanımlı bir şekilde mezun olmaları gerektiği sonucunu ortaya koymaktadır.

Mevcut literatür öğretmenlerin bilimin doğası anlayışına ilişkin yetersiz görüşlere sahip olduklarını göstermektedir (Macaroğlu, Taşar ve Çataloğlu, 1998; Dickinson, Abd-El Khalick ve Lederman, 2000; Abd-El Khalick, 2002; Thye ve Kwen, 2003; Doğan Bora, 2005; Turgut, 2005; Çelik ve Bayrakçeken, 2006; Kattoula, 2008; Aslan, Yalçın ve Taşar, 2009; Wahbeh, 2009; Arı, 2010). Bu noktadan hareketle araştırmada, eğitim-öğretim sürecinin yürütülmesinde büyük önemi olduğu düşünülen, öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır.

Mevcut ilköğretim müfredatı incelendiğinde öğretmenlere, bilimin doğası öğretimine yönelik yeterli bilgilendirmenin yapılmadığı görülmektedir. Buna göre müfredatta öğretilere, yalnızca bilimin doğası öğretiminin hangi konularda uygulanacağı ve hangi etkinlikten sonra ilişkilendirme yapılacağı ile ilgili bilgi verildiği; ancak bu öğretimin nasıl gerçekleştirileceği ile ilgili her hangi bir somut bilginin verilmediği tespit edilmiştir. Mevcut kaynakların ve bilgilendirmenin yetersizliği, öğretmenlerin süreç içerisinde gerçekleştirecekleri öğretimin klasik bir çizgide sürmesine neden olacaktır. Bu sonuç ise müfredat kapsamında yer alan konuların öğretiminin temel bir eğitim çıktısı olarak; bilimsel bilginin doğası ve bilimsel işlem becerileri gibi, müfredatın ön gördüğü diğer konuların öğretiminin ve bu konularla ders içeriği arasında ilişkilendirme yapılmasının ise ikincil bir eğitim çıktısı olarak görülmesine neden olmaktadır. Bu görüş araştırmamızın temel odağını oluşturmaktadır.

Yapılan araştırmalar bilimin doğası öğretiminin bir yan etki veya ikincil ürün olarak yapılmaması gerektiğini, bu amaçla doğrudan planlanmış bir sürecin uygulanmasının önemi üzerine vurgu yapmaktadır. Bu bağlamda dolaylı yollarla yapılan öğretimin bilimin doğasının öğrenilmesinde olumlu sonuçlar ortaya koymadığı; buna karşın doğrudan yollarla yapılan bilimin doğası öğretiminin daha etkili sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir (Lederman ve Abd-El Khalick, 1998; Abd-El Khalick ve Lederman, 2000; Dickinson, Abd-El Khalick ve Lederman, 2000; Matkins, Bell,

Irving ve McNall, 2002; Bell, Blair, Crawford ve Lederman, 2003; Al Saidi, 2004; Khishfe, 2004; Schwartz ve meslektaşları, 2002; Küçük, 2006; Akçay, 2007; Ayvaci, 2007; Köksal, 2010).

Bilimin doğasına ilişkin yapılan araştırmalar, bu alanla ilgili pek çok eksikliğin olduğunu ve bu eksikliklerin, sınıf uygulamalarını doğrudan etkileyeceğini gösterir niteliktedir. Bu nedenle öğretmen ve öğretmen adaylarına konuya ilişkin yeterli materyal sunulması ve bilimin doğası anlayışının nasıl kazandırılacağına somut örneklerle gösterilmesi oldukça önemlidir. Bunun yanı sıra bilimin doğası öğretiminin hangi öğretim yaklaşımı kullanılarak gerçekleştirileceği, müfredatta yer alan konulara nasıl entegre edileceği, hangi konularda ne tip etkinliklerin yapılacağı, konulara uygun olan ve olmayan etkinliklerin belirlenmesi gibi çeşitli konular öğretmenler açısından, önemli sıkıntılara neden olmaktadır.

Ulusal literatürde bilimin doğası anlayışının kazandırılması amacıyla yapılan farklı araştırmalara rastlanmaktadır (Doğan Bora, 2005; Çelik ve Bayrakçeken, 2006; Küçük, 2006; Ayar, 2007; Beşli, 2008; Muşlu, 2008; Metin, 2009; Arı, 2010; Köksal, 2010). Mevcut araştırmaların bir bölümü çalışılan örneklem grubu, bir bölümü yapılan etkinlikler, bir bölümü ise uygulanan öğretim yaklaşımı açısından çeşitli sınırlılıklar taşımaktadır. Literatürde dolaylı ve doğrudan öğretim yaklaşımları kullanılarak, öğretmen adaylarıyla yürütülen her hangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ayrıca doğrudan öğretim yaklaşımını temel alan müfredatta entegre edilmiş ve edilmemiş öğretim tasarımlarının uygulandığı ve elde edilen sonuçların bilimsel bilginin doğası anlayışına olan etkisinin tespit edildiği her hangi bir çalışma da belirlenmemiştir.

Bu nedenlerle araştırmada, öğretmenlerin sahip oldukları anlayışların sınıf içi uygulamaları etkilediği düşüncesinden hareketle, öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır. Ayrıca araştırmada dolaylı ve doğrudan öğretim yaklaşımını temel alacak şekilde düzenlenmiş bir öğretim tasarımı uygulanmış, böylece dolaylı ve doğrudan yaklaşımın bilimsel bilginin doğası öğretimindeki etkililiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra, bilimin doğası öğretiminin müfredatta nasıl entegre

edilebileceğine ilişkin örnekler sunulmuş, doğrudan yaklaşıma göre tasarlanarak müfredata entegre edilmiş ve edilmemiş bilimin doğası öğretiminin bu anlayışa olan katkısının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu noktadan hareketle araştırmanın problem cümlesini “Doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanarak, Genel Kimya I müfredatına entegre edilmeden ve edilerek, uygulanmış olan bilimin doğası öğretiminin; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi var mıdır?” sorusu oluşturmaktadır.

1.2.ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmanın amacı; doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanarak, Genel Kimya I müfredatına entegre edilmeden ve edilerek, uygulanmış olan bilimin doğası öğretiminin; Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine olan etkisinin belirlenmesidir.

Bu amaç doğrultusunda şu alt problemlere cevap aranmaktadır:

- Doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve Genel Kimya 1 müfredatına entegre edilmeden uygulanmış olan bilimin doğası öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi var mıdır?
- Doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve Genel Kimya 1 müfredatına entegre edilerek uygulanmış olan bilimin doğası öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi var mıdır?
- Geleneksel öğretimin, Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi var mıdır?
- Farklı öğretim tasarımlarının, bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlere olan etkisi nasıldır?

1.3.ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ

Bilimsel okuryazarlık ve bilimin doğası kavramları gerek literatür gerekse günlük yaşamda son yıllarda oldukça sıklıkla kullanılmaktadır. Pek çok ülke ekonomik ve teknolojik kalkınma açısından gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmayı hedeflemekte, bu bağlamda her iki kavram da hem formal hem de informal eğitim sürecinde, gün geçtikçe önemli bir yere sahip olmaktadır. Bu noktada en önemli görev, bu süreçte aktif bir şekilde katılan eğitim kurumlarına ve kurumların işleyişinden büyük ölçüde sorumlu olan öğretmenlere düşmektedir. Bu nedene öğretmenlerin gerekli bilgi ve beceri bakımından donanımlı bir şekilde mezun olmaları ve öğretim sürecini belirlenen hedefler doğrultusunda sürdürebilmeleri oldukça önemlidir.

Fen dersi bilimsel düşünme ve bilimsel süreç becerilerinin, fen okuryazarlığının ve bilimin doğasına ilişkin anlayışın kazandırılması açısından oldukça önemli bir işleve sahiptir. Fen okuryazarı olan bir birey günlük yaşamda karşılaştığı problemler karşısında farklı bakış açıları geliştirerek olaylara farklı açılardan yaklaşabilir, farklı yorumlarda bulunabilir, olayları eleştirel bir şekilde düşünerek yorumlayabilir. Bu nedenle bu yetinin öğrencilere kazandırılması, özellikle ilköğretim düzeyinde okuyan öğrenciler, için oldukça önemlidir.

Bilimsel düşünme becerisi ve fen okuryazarlığının ilköğretim seviyesindeki öğrencilere kazandırılması ilerleyen yaşlarda; bireyin karşılaştığı problemleri çözerken farklı çözüm yolları üretmesine, bilimsel süreç becerilerini ve sahip olduğu bilimin doğası anlayışını bu süreçte kullanmasına neden olacaktır. Böylece birey her hangi bir problemi çözerken, çoklu bakış açılarından yararlanarak, farklı çözüm yolları üretebilecektir.

Fen ve teknoloji öğretim programı, tüm bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesini hedeflemektedir. Buna bağlı olarak öğrenciler öncelikle farklı sorular sormaya yönlendirilmekte, ardından zihnindeki kavramlarla yeni öğrendiği kavramları sentezlemesi sağlanmakta; böylece öğrencilerin bilgiyi yapılandırması amaçlanmaktadır. Bu süreçte öğrenci daha çok araştıran, inceleyen, problemini çözmeye çalışan, sahip olduğu bilim ve bilimin doğası anlayışını bu süreçte

yansıtarak problemine ilişkin kendi çözümünü üretmeye çalışan bir role sahip olmaktadır.

Bu noktadan hareketle yeni fen ve teknoloji müfredatı öğrencilere; bilim ve bilimin doğası anlayışını kazandırmayı; ayrıca günlük yaşam problemlerini çözerken öğrencilerin olaylara daha eleştirel yaklaşımlarını ve olayları farklı bakış açılarına göre değerlendirmelerini hedeflemektedir.

Tüm bu süreçler göz önüne alındığında öğrencilerin sahip oldukları bilim ve bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinde öğretmenlerin önemli bir katkısının olduğu görülmektedir. Fen ve teknoloji programının vizyonu göz önüne alındığında fen okuryazarı bireyler yetiştirmenin temel şartı olan bilim ve bilimin doğasını anlama, bilimsel bir araştırma yapma, bilimsel sorgulama yetisine sahip olma, fenne yönelik olumlu tutum geliştirme gibi farklı becerilerin öğrencilere kazandırılması sürecinde öğretmenlerin eğitimine önem verilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu süreçte bilimin doğası anlayışının gelişmesini etkileyecek olan farklı yaklaşımların eğitim-öğretim sürecine katılması, öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin farklı bakış açıları geliştirmelerine; böylece ilköğretim öğrencilerinin sahip oldukları bilimin doğası anlayışlarının da gelişmesine neden olacaktır. Buna bağlı olarak öğrenciler kendi problemleriyle ilgili çözüm yolları üretebilecek ve bilimsel bilgi ışığı altında elde ettiği verileri yorumlayacaktır.

Ulusal literatürde bilimin doğasına ilişkin görüşlerin tespit edilmesi ve bu görüşlerin geliştirilmesine yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu, ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin görüşlerinin geliştirilmesine yönelik olmakla birlikte; bir bölümü de öğretmen adaylarının görüşlerinin tespit edilmesi ve geliştirilmesini hedeflemektedir. Literatürde yer alan pek çok çalışma, doğrudan veya dolaylı öğretim yaklaşımı farkı gözetmeksizin, mevcut müfredattan bağımsız bir şekilde tasarlanmış ders dışı aktivitelerin uygulanması ya da düzenlenen çeşitli kurslar ve bilim tarihinden kesitlerin incelenmesi doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, mevcut literatür öğretmen, öğretmen adayları ve

bu alanda çalışan kişilere müfredata entegre edilerek tasarlanmış çalışma örneklerini sunmaktan uzak kalmaktadır. Buna göre araştırmada, öğretmenlerin sahip oldukları deneyimlerin öğretim sürecini etkileyeceği düşüncesinden hareketle, geleceğin öğrencilerini yetiştirecek olan öğretmen adaylarıyla çalışılmıştır. Ayrıca araştırmada doğrudan öğretim yaklaşımına uygun olarak tasarlanan, müfredata entegre edilmiş ve edilmemiş bir öğretim tasarımı uygulanmış; böylece bu alanda çalışan kişilere ve öğretmenlere farklı bakış açısı kazandırılması ve farklı materyaller sunulması amaçlanmıştır.

Bu nedenlerden dolayı araştırma;

- Geleceğin öğretmenleri olacak, öğretmen adaylarıyla çalışılmış olması açısından,
- Bilimin doğası öğretiminde farklı yaklaşımların kullanılması ve bu yaklaşımların etkililiğinin değerlendirilmesine imkân sunması açısından,
- Öğretim sürecinde, Genel Kimya 1 dersi müfredatı ile bilimin doğası gibi, iki farklı disiplinin entegre edilmesi açısından,
- Müfredata entegre edilerek ve edilmeden düzenlenen öğretim tasarımlarına ilişkin örnekler sunması açısından,
- Müfredata entegre edilmiş ve edilmemiş bilimin doğası öğretiminin, bu anlayışa olan etkisinin karşılaştırılması açısından,
- Öğretmen adaylarına bilimsel okuryazarlığın alt boyutlarından biri olan bilimin doğası anlayışını kazandırmayı hedeflemesi açısından önemlidir.

1.4.SAYILTILAR

- Öğretmen adaylarının uygulanan ölçeklere ve görüşme sürecinde yöneltilen sorulara samimi bir şekilde cevap verdikleri varsayılmaktadır.

1.5.SINIRLIKLAR

Yapılan bu çalışma;

- 2008-2009 öğretim yılıyla,
- İstanbul'da bulunan büyük ölçekli bir üniversitenin birinci sınıfında öğrenim görmekte olan 64 öğretmen adayıyla,
- Araştırmanın yapıldığı sekiz haftalık süreyle,
- Genel Kimya I müfredatındaki konularla,
- Araştırmacı tarafından, doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanan yansıtıcı sorularla sınırlıdır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR BİLGİLERİ

Bu bölümde bilim, bilimin doğası, bilimin doğasının fen öğretimindeki yeri ve önemi, bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlar ve ölçme araçları, ayrıca ulusal ve uluslararası literatürde yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.1.BİLİM

Son yıllarda yapılan buluşlar, teknolojiadaki yenilikler ve ülkelerin hızlı bir ilerleme sürecine girmiş olması, bilimsel çalışmalara, buna bağlı olarak da bilime yönelik vurguyu önemli ölçüde arttırmıştır. Her ülkede olduğu gibi, ülkemizde de bu sürecin takip edilmesi önemli bir kriter olarak belirlenmiş; bu bağlamda pek çok alanda yenileşmeye ve farklı vizyonlar geliştirmeye odaklanılmıştır. Yenileşme hareketinin en önemli öncülerinden biri de, bu süreci takip edebilmek adına, eğitim kurumlarıdır. Bu yenileşme hareketi doğrultusunda, gerek ilköğretim-ortaöğretim ve lisans programları, gerekse öğretmenlere yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitim-öğretim faaliyetleri yeniden düzenlenmiş; özellikle bilim, bilimsel bilgi ve bilimsel bilginin doğası üzerine yapılan vurgu da önemli ölçüde artmıştır. Bu süreç bilimin ne olduğuna, geleneksel ve çağdaş yaklaşıma göre bilim anlayışına ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin tartışmaları da beraberinde getirmiştir.

Bilim basit bir tanımlama ya da açıklanmaya elveren tek düze bir etkinlik değildir, olgu-kuram bağlamında çok yönlü-karmaşık bir olaydır. Bilimin ussal ve nesnel boyutları yanında, değer yargısı, yaratıcı imgelem, hatta duygusallık içeren boyutları da bulunmaktadır. Bilim çoğu kez bilgi birikimi ya da düzenli güvenilir bilgi olarak tanımlanmaktadır. Ancak “bilim” olarak nitelenen ifade üretilen bilgidен çok bilgi üretme yönteminde aranmalıdır (Yıldırım, 1996).

“Bilim” kavramına ilişkin pek çok tanım bulunmakta; ancak bu tanımlar içerisinden tek bir tanıma ulaşılması mümkün olmamaktadır. TDK, genel Türkçe sözlüğünde bilim kavramı, birkaç başlık altında tanımlanmıştır.

- Evrenin veya olayların bir bölümünü konu olarak seçen, deneye dayanan yöntemler ve gerçeklikten yararlanarak sonuç çıkarmaya çalışan düzenli bilgi, ilim,
- Genel geçerlik ve kesinlik nitelikleri gösteren yöntemli ve dizgesel bilgi,
- Belli bir konuyu bilme isteğinden yola çıkan, belli bir amaca yönelen bir bilgi edinme ve yöntemli araştırma süreci,
- Evrenin bir bölümünü konu olarak seçen, deneysel yöntemlere ve gerçekliğe dayanarak yasalar çıkarmaya çalışan düzenli bilgi (TDK, 2010).

Sönmez'e (2008) göreyse bilim; "gerçeğin bir kısmıyla kanıtlamaya dayalı bağ kurma süreci ve bu sürecin sonunda elde edilen dirik bilgiler bütünüdür" (s.23). Yıldırım'ın aktardığına göre Lindsay bilimi, "insan deneyim ve yaşantısını betimleme, yaratma ve anlama yöntemi"; Campbell "üzerinde herkesin birleşebileceği yargıları konu alan bir çalışma"; Einstein "her türlü düzenden yoksun duyu verileri ile mantıksal olarak düzenli düşünme arasında uygunluk sağlama çabası"; Russell ise "gözlem ve gözleme dayalı uslama yoluyla önce dünyaya ilişkin olguları, sonra bu olguları birbirine bağlayan yasaları bulma çabası" olarak tanımlamaktadırlar. Yıldırım'ın yapmış olduğu tanıma göreyse bilim "denetimli gözlem ve gözlem sonuçlarına dayalı mantıksal düşünme yolundan giderek olguları açıklama gücü taşıyan hipotezler bulma ve bunları doğrulama yöntemidir" (Yıldırım, 2007, s.18). Bayrakçeken'in aktardığına göre ise McComas bilimi "doğal dünyayla ilgili soruları cevaplamak üzere bilimsel araştırma yöntemlerini kullanarak herkesin irdelemesine açık, geçerli ve güvenilir genellemeler ile açıklamalar ortaya koyma etkinliği" olarak tanımlamaktadır (<http://fbe.atauni.edu.tr>).

Bilim kavramı için ortak bir tanım yapmak veya tek bir fikir sunmak, kişilerin "bilime" hangi açıdan yaklaştıklarıyla yakından ilgilidir; ayrıca bu sonuç bilimin yapısı gereği de, mümkün olmamaktadır. Yıldırım'a (2007) göre bilimin tek bir tanımının yapılamamasının nedenleri; bilimin sürekli ve artan bir hızla gelişen, değişen bir etkinlik olması ve inceleme konusu ve yöntemi yönünden kapsamı ve

sınırlarının belli olmayışıdır. Bilimi hangi açıdan ele aldığımızı belirlemek amacıyla farklı yaklaşımlar Yıldırım (2007) tarafından şu şekilde aktarılmıştır;

- Bilim tarihiyle ilgili yapılan çalışmaların ilgi alanı olarak, bilimi tarihsel gelişimini inceleyerek anlamaya çalışmak.
- Bilimsel araştırmalarda bulunan kişilerin taşıdıkları nitelikleri ve içinde buldukları sosyal ve kültürel koşulları inceleyerek bilimi anlamaya çalışmak.
- Bilimin hem bir süreç hem de düzenli ve organize bir bilgi bütünü olduğunu düşünerek, bilimi mantık ve felsefe açısından anlamaya çalışmak (s.11).

Geçmişten günümüze kadarki süreçte bilim, birikmiş bilgiyi sınıflamak olarak tanımlanmıştır. Bu tür bir sınıflandırma, bilimi durağanlaştırması ve kısırlaştırması nedeniyle, bilimin doğasına aykırıdır. Bilim durağan değil, dinamik bir yapıya sahiptir (Yıldırım, 1996; Yapıcı, 2005). İnsanın niteliklerine uygun olarak biçimlenen bilim Kuhn'a kadar birikimli ve ilerlemeci bir süreç olarak algılanmıştır. Kuhn (1982) bilimde ilerlemeyi, "olağan bilim" ve "devrimci bilim" olarak ikiye ayırmış ve bilimin birikimli bir yapıda olmayıp tam tersine devrimci kesintilerle, kökten dönüşümlerle desteklenen paradigmatik bir kurgu olduğunu betimlemiştir (Yapıcı, 2005).

2.1.1. Geleneksel ve Çağdaş Bilim Anlayışı Çerçevesinde Bilim

Bilim, geçmişten günümüze kadarki süreçte pek çok değişim geçirmiş, bu değişimleri pek çok alana yansıtılmış; bu doğrultuda bilim ve bilim anlayışında da yeniden yapılanmaya gidilmiştir. Bu bağlamda geçmişteki ve günümüzdeki farklı yaklaşımlar birbiriyle çatışmaya başlamış; geleneksel (akılcı ve pozitivist) yaklaşımlar yavaş yavaş yerini çağdaş (pozitivist ötesi) yaklaşımlara bırakmıştır (Şimşek, 1994). Her iki anlayış da farklı felsefi görüşler üzerine kurulmuştur. Bu felsefi görüşleri yansıtan paradigmlar Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1: Pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmalara ilişkin vurgular (Şimşek, 1994).

Pozitivist/Akılci Paradigma	Pozitivizm Ötesi Paradigma
Mekanik bir dünya görüşü	Holografik dünya görüşü
Önceden kestirilebilirlik	Önceden kestirilemezlik
Genellenebilirlik	Durumsal
Evrensellik	Özne merkezli
Nesnel gerçeklik	Öznel gerçeklik
Büyük söylemler, büyük kuramlar, Tek Doğru	Çoğulcu
Mükemmel Bilgi	Eksik bilgi
Nesnelleştirme	Görüş açısı
İndirgeme	Bütünsellik
Ölçme	Katılım
Nicelleştirme	Nitelleştirme
Evrensel yasalar	Duruma özgü bulgular
Değer-katıksız sonuçlar	Değer-katıklı sonuçlar
Deneysel süreçler	Katılım temelli süreçler
Bilgi keşfedilir, ortaya çıkarılır	Bilgi yorumlanır ve oluşturulur

Geleneksel görüşü yansıtan pozitivist anlayış; bilimde değişimin evrimsel olduğunu, bilim adamlarının çalışmalarının bir süreklilik sergilediğini ve bilimin birikimsel bir süreç olduğunu belirtmektedir. Tierney ve Rhoads(1993), pozitivismi akıl ve gözleme dayanan bir süreç olarak açıklamaktadır. Aynı şekilde, pozitivism her şeyi açıklama gücüne sahip büyük kuramlar ve tek bir “Doğru”yu aramaktadır. Pozitivizm karmaşık toplumsal süreçleri, toplumun gözlenebilir ve ölçülebilir yönleriyle açıklamayı yeterli görmekte; dahası gerçeğin, doğru ölçüm ve dikkatli bir sayılaştırma ile bilinebileceğini düşünmektedirler. Ayrıca pozitivist görüş; bilginin keşfedildiği ve ortaya çıkarıldığını savunmaktadır (Şimşek, 1994).

Pozitivist bilim anlayışının dayandığı temel varsayımlar aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

- Bilimsel ilerleme birikimseldir,
- Bilimsel bilgi tek meşru bilgidir. Metafizik iddialar, değer yargıları ve kanaatler meşru bilgi değildir,
- Görgül verilerin derlenmesi ve değerlendirilmesinde, kuram oluşturulmasında normatif bakış açlarına, değer yargılarına, kanaatlere ve kişisel bakış açlarına yer yoktur,
- Meşru bilgiye, ancak mantık ve matematiği kullanarak, doğa bilimlerinin yöntemleri ile ulaşılabilir. Kavramlar gerçeklerin sayısal olarak ölçülmesine olanak tanıyacak şekilde işlevsel hale getirilmelidir,
- Bilimin amacı; neden-sonuç ilişkilerini açığa çıkarmak ve düzenlilikleri açıklayan kanunlar ortaya koymaktır (Genelioğlu, 2007).

Tierney ve Rhoads(1993), çağdaş görüşü yansıtan pozitivist ötesi yaklaşımda, tek bir "Doğru'nun" olmadığı ve bu perspektifin yerini, özne merkezli çoğulcu bir yönelimin yer alması gerektiğini iddia etmektedir. Büyük söylemler, büyük kuramlar ve tekil "Doğru"lar çoklu gerçekliklerle yer değiştirir. Bilginin örgütlenmesi ve sunulmasında tek ve en doğru bir biçim yoktur. Pozitivizm ötesi paradigma bilginin keşfedilmek yerine yorumlandığını, ortaya çıkarılmak yerine oluşturulduğunu varsayar. Pozitivist ötesi paradigma bilimin nesnel bilgi üretme süreci olmadığını, bilimsel sürecin dünyanın göreliliğini temel alan bir süreç olduğunu ve insanların, anlamların yaratılması sürecine aktif olarak katıldıklarını vurgulamaktadır. Putnam'a (1983) göre sonuçları genelleylebilmek için, pozitivism ötesi paradigmanın ilkeleri ile çalışan bir araştırmacı katı kurallar kullanmaksızın durumdan duruma geçmektedir. Ayrıca pozitivist ötesi yaklaşım, doğal bilimlerin yöntem, kavram ve amaçlarının sosyal bilimlere uygulanamayacağını da varsaymaktadır (Şimşek, 1994).

Pozitivist ötesi bilim anlayışının dayandığı temel varsayımlar aşağıdaki gibi özetlenmektedir.

- Bilimsel aşamaların hiçbir aşaması değer yargılarından bağımsız değildir,
- Tek doğru yöntem söz konusu değildir,
- Bilimsel çalışma metafizik temellere dayanabilir. Yani bir bilimsel kuramın temel varsayımları ampirik olarak test edilebilir nitelikte olmayabilir,
- Bilim insanlarının çalışmalarında kanaatlerini, inançlarını, ikna yöntemlerini ve retoriği temel almaları matematik ve istatistiki yöntemleri temel almalarıyla eşdeğerdedir (Genelioğlu, 2007).

Schwartz ve Ogilvy (1979) ise pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmanın gösterdiği temel nitelikleri Tablo 2’de özetlemişlerdir.

Tablo 2: Pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmanın temel nitelikleri

Pozitivist/Akılcı Paradigma	Pozitivizm Ötesi/ Yorumlamacı Paradigma
<p><i>Gerçeklik basittir</i> Evren; etkileşimsiz, kendi içinde tekdüze, farklı ve kendine özgü sistemlerin toplamıdır. Bir şey parçalarının toplamıdır.</p>	<p><i>Gerçek karmaşıktır</i> Lincoln’e (1989) göre, değişkenlik, çeşitlilik ve karşılıklı etkileşim bütün sistem ve olguların doğal özelliğidir..."her sistem kendine özgü özellikler geliştirir".</p>
<p><i>Hiyerarşi düzenin ilkesidir</i> Sistemler en basitten en karmaşığa kadar hiyerarşik bir sırada sınıflandırılabilir.</p>	<p><i>Heterarşi düzendir</i> Sistemler hiyerarşik ve piramitsel değil; aksine önceden kestirilemez karşılıklı sınırlılık, etkileşim ve hareketlerle belirlenen heterarşik düzenlerdir.</p>

Tablo 2 (devamı): Pozitivist ve pozitivist ötesi paradigmanın temel nitelikleri

Evren mekaniktir

Evren saat gibi çalışan mekanik bir obje ya da makinedir. Enerjisi bitinceye kadar belli bir düzende devinmesini sürdürür.

Gelecek ve yön belirlidir

Eğer evren saat ya da makine gibi çalışan bir olgu ise, evrenin geleceği, en kesin biçimiyle, önceden kestirilebilir. Yeterli sayıda matematiksel model ve yeterli hesaplama gücü ile herhangi bir sistemin davranışı kesinlikle önceden kestirilebilir.

Nedensellik ilişkisi

Newton'cu evrende parçalar arasında nedensellik ilişkisini biliyorsak, bu ilişkinin sonuçlarını da açıklayabiliriz.

Değişim niceliksel ve birikim şeklindedir

Sistemler birikim yoluyla gelişirler; yani değişim sisteme bir yeni parça ya da boyut ekler. Niteliksel veya sıçramalı değişim çok seyrek olur.

Nesnellik zorunluluktur

Kartezyen evrende, bilme akıl yoluyla anlama ile olasıdır. Bu süreçte gözlemci ve gözlenen kesin sınırlarla birbirinden ayrılmıştır.

Evren holografiktir

Evren, bileşenlerinin ayrıştırılıp tekrar yerleştirilmesi şeklinde mekanik bir biçimde anlaşılabilir. Her şey birbiri ile ilintilidir, her parça bütünü bilgisini taşır.

Gelecek ve yön belirsizdir

Lincoln'e (1989) göre, olasılıklar bilinebilir; ancak kesin sonuçlar kestirilemez. Geleceğin muğlaklığı doğanın koşuludur."

İlişkiler doğrusal (lineer) değildir ve

karşılıklı nedensellik vardır

A ve B karşılıklı etkileşerek birlikte evrimleşir ve değişirler.

Değişim morfojenektir

Lincoln'e (1989) göre, düzen düzensizlikten doğabilir. Sistemler, niceliksel olmaktan ziyade niteliksel değişime yol açacak şekilde çeşitli, açık, karmaşık, karşılıklı nedensel ve belirsizdir.

Gözlemci belli bir perspektife sahip katılımcıdır

Lincoln'e (1989) göre, gözlemci gözlenenenden soyutlanmış ve mesafeli değildir. Nesnellik diye bir şey yoktur, fakat perspektif vardır.

(Şimşek, 1994).

Her iki felsefi görüş de bilime farklı perspektiflerden yaklaşmaktadır. Ancak günümüz şartlarında bilim, çağdaş bilim anlayışı çerçevesinden ele alınmakta ve pozitivist ötesi bir tutum sergilemektedir. Örneğin günümüzde bilim, bilim insanının görüşlerinden bağımsız, tek bir doğrunun yer aldığı bir süreç olarak değil; bilim insanının da görüşlerini içeren, birden fazla doğrunun yer aldığı bir süreç olarak algılanmaktadır. Macaroğlu (1999), çağdaş bilim anlayışına göre bilimsel bilginin yapısını şu şekilde tanımlamıştır.

- Gerçek doğanın doğru tanımlanmasıdır,
- Bilimsel bilgi geçicidir,
- Bilimsel bilgi; toplulukların genel kabulüyle oluşturulur ve geçerli hale getirilir,
- Üretilen bilimsel bilgi; bilim insanlarının önbilgi, gözlem ve mantığına dayanır,
- Bilimsel bilgideki ilerlemeler sürekli değildir,
- Bilimsel bilginin geçiciliği, üzerinde çalışan insanların çokluğuyla orantılıdır.

Palmquist ve Finley (1997) yapmış oldukları çalışmada geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurguları Tablo 3'deki gibi özetlemişlerdir.

Tablo 3: Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurgular

GELENEKSEL BİLİM ANLAYIŞI	ÇAĞDAŞ BİLİM ANLAYIŞI
TEORİ	
Teoriler gözlemlere dayalıdır.	Gözlemler teori yüküdür.
Gözlemler zamanla geliştiği ve arttığı için, eski teoriler gelişerek yenilerini oluşturur.	Teoriler bilim insanlarının buluşlarıdır.
Mevcut bir teori, eğer karşıt tek bir ifadeyle bile çelişiyorsa değişir.	Çelişkili bir olayın kabul edilmesi, teorilerin terk edilmesini gerekli kılmaz.
Teoriler, doğrulanmış hipotezlerdir.	Teoriler, bilimsel bir olayı açıklamak, tahmin etmek ve tanımlamak için kullanılan araçlardır.

Tablo 3 (Devamı): Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurgular

Eski teoriler bilim insanlarınca kullanılmaz.	Teoriler gerçek paradigmalara uyumludur. Bilim insanının bir çalışmaya nasıl başlayacağına ilişkin görüşleri, teori kökenlidir. Teoriler genellikle kabul görmüş teorilerle olan ilişkisine göre geçeli hale gelir. Gözlemler sosyal gerçeklerden etkilenir.
---	---

BİLİM İNSANININ ROLÜ

Bilim insanı deneysel kanıtlarla, bilimsel iddiaları değerlendirir.	Bilim insanının temel görevi, hayal gücü ve yaratıcılığını kullanmaktır.
Bilim insanı, tüm çalışmalarında açık görüşlü ve objektiftir.	Bilim insanı her hangi bir sonucu; mevcut bilgi birikimi, gözlemleri, mantığı ve sosyal faktörler doğrultusunda yorumlar.
Bilim insanı, geleneksel bilimsel metotları kullanır.	Bilim insanı mevcut bilgi birikimi, gözlemleri ve mantığı doğrultusunda teoriler yaratır.
Bilim insanı, mutlak gerçeği keşfetmek için çalışır.	Bilim insanı, diğer bilim insanlarının çalışmalarını tamamlamak ve değerlendirmek için bilimsel bir toplulukla birlikte çalışır.
Bilim insanı, “bilim” dışındaki olaylardan etkilenmekten kaçınmalıdır.	Bilim insanı gözlemler, mevcut bilgi birikimi, mantık ve sosyal faktörleri temel alan araştırmaları için önceden karar verir.
Bilim insanı, verileri algıladığı şekliyle rapor etmelidir.	Bilim insanı meraklı olan kişidir. Bilim insanı, toplumdaki diğer kişilerle iletişim kuran kişidir. Bilim insanı, geçmiş araştırmalardan etkilenir. Bilim insanının ilk amacı; yeni ve eski bilgiyi entegre etmektir.

BİLİMSEL BİLGİ

Bilimsel bilgi gerçeğe uygundur.	Bilimsel bilginin ilerlemesi devamlı değildir.
Bilimsel bilgi, gözlemler doğrultusunda elde edilen bilgilerin birikmesiyle ilerler.	Bilimsel bilgi değişkendir.

Tablo 3 (Devamı): Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurgular

Bilimsel bilgi, gözlemler doğrultusunda elde edilen sonuçlar doğrultusunda kabul edilir/edilmez.	Bilimsel bilgi, bilimsel topluluğun ortak kararı ile oluşturulur ve geçerli hale getirilir.
Bilimsel bilgi değişmez.	Bilim insanı mevcut bilgi birikimi, gözlemleri ve mantığını temel alarak bilgiyi üretir.
Bilimsel veriler, bilim insanları tarafından yorumlanmak zorunda değildir.	Bilginin değişebilirliği, ne kadar kişinin o bilgi üzerinde çalıştığı ile ilgilidir.
	Gerçek; doğanın doğru bir açıklaması olarak tanımlanmaktadır.

BİLİMSEL METOT

Bilim deneysel verilerin sonuçlarına dayalıdır.	Bilim insanları geleneksel bilimsel metodu kullanmak için zorlanmamalıdır.
Teorilerin keşfedilmesi ve geçerliğinin sağlanması için geleneksel metot kullanılmalıdır.	Tek bir bilimsel metot yoktur.
Bilim yapmak için tek bir yol bulunmaktadır.	Bilim insanları tarafından kullanılan metotlar, şartlara bağlıdır.
Bilimsel metot adım adım ilerleyen bir süreçtir.	Bilgi, bilimsel metot dışındaki yollarla da elde edilebilir.
Bilimsel metot araştırmayı ilerletecek nitelikte olmalıdır.	Bilim insanları araştırma sürecinde, araştırma metodunu değiştirebilir ve geçerli sonuçlar elde edebilirler.
Bilim insanı geleneksel bilimsel metodu kullandığında, elde edilen sonuçlar mutlak doğrudur.	Geleneksel bilimsel metot araştırma için basit bir rehberdir.

KANUNLAR

Kanunlar doğrudan doğruya doğada bulunmaktadır.	Kanunlar bilim adamları tarafından oluşturulur.
Bilim adamları doğadaki kanunları yorumlamaktadır.	Kanunlar, bilimsel topluluklarda denenerek geçerliği sağlanır.
Bilimsel kanunlar mutlak doğrular olarak görülmektedir.	Kanunlar, doğanın bir bölümünü açıklamak için bilim insanının yapmış olduğu en önemli girişimlerden biridir.
Kanunlar, teorilerin kabul görmesiyle oluşur.	

Tablo 3 (Devamı): Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışındaki temel vurgular

GENEL	
Bilim, bilimsel bilgi olarak adlandırılan bulguların tamamıdır.	Bilim, doğa hakkında bilgi edinmemize yardımcı olan, mevcut bilgimizin organize edilmiş halidir.
Bir olayı açıklamak mevcut bilgilerin azaltılmasıyla oluşur.	Bilim, insanın yaratıcılığının ve yaşamının bir parçasıdır. (Bilim hayattır)
Bir teoriyi keşfetme süreci, mutlak doğruyu elde etmek için yapılan tahminleri içerir.	Bilim bulunanlar için bir araştırmadır. (Bilim bir süreçtir)
Bilim deney yapmaktır.	Bilim birçok disiplin ve süreçten oluşur. Bilim rekabet içeren bir girişimdir.
Bilimin amacı mutlak doğruyu bulmaktır.	Bilimsel bilginin popülerliği, bilgiyi oluşturan insanların etkililiği ile ilgilidir. Bilim insanının bir bilgiyi kabul etmesi, bilim insanının paradigmasına ne kadar yakın olduğu ile ilişkilidir.

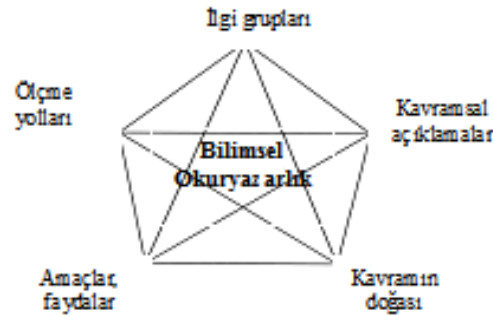
Geleneksel ve çağdaş bilim anlayışının sahip olduğu farklı bakış açıları, birçok alanda yenileşmeyi de beraberinde getirmiştir. Çağdaş uygarlık düzeyine ulaşabilmek amacıyla pek çok ülke bilim anlayışlarında, gelenekselden çağdaşa doğru hareket etmiş; özellikle bilimsel çalışmalarda bilim insanının rolü oldukça farklılaşmıştır. Buna göre bilim insanı yalnızca bilgiyi üreten kişi olarak değil; bilgiyi üretme sürecine doğrudan katılan kişi olarak da nitelenmiştir.

2.2.BİLİMSEL OKURYAZARLIK

Çağdaş bilim anlayışıyla birlikte, toplumsal yapının kimliği de değişime uğramıştır. Toplumdaki bireylerin, pozitivist görüşün temel alındığı, geleneksel yaklaşımdan uzak; çağdaş eğitim yaklaşımına göre düzenlenmiş bir eğitim alması hedeflenmiştir. Bu bağlamda toplum içerisinde kendi problemlerini çözebilen, bu süreçte farklı metotları kullanan, kazandığı becerileri farklı alanlarda uygulayabilen bireyler yetiştirilmesi amaçlanmıştır; buna bağlı olarak bilimsel okuryazarlık üzerine yapılan vurgu da artmıştır.

Shamos (1995), bilimsel okuryazarlık kavramına ilişkin tanımlamalara ve bu kavram üzerine yapılan vurguya yüzyılın başlarında yer verildiğini ifade etmiştir (Laugksch, 2000). Buna rağmen, bilimsel okuryazarlık kavramı, 1950’li yılların sonlarında literatüre girmiş ve ilk olarak Hurd (1958) tarafından kullanılmıştır (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Turgut, 2005; Aslan, 2009).

Bilimsel okuryazarlık kavramı literatürde oldukça fazla kullanılmakta ancak, bilim tanımında olduğu gibi, bu kavramın da tanımına ilişkin ortak bir görüş ortaya konamamaktadır (DeBoer, 2000; Laugksch, 2000; Turgut, 2005). Matthews’ün (1994) yapmış olduğu açıklamada da bilimsel okuryazarlık kavramına ilişkin, tek bir doğru tanımın olmadığı vurgulanmaktadır (Turgut, 2005). Laugksch’e (2000) göre bilimsel okuryazarlığın birden çok tanımlanmasının olmasının birkaç nedeni bulunmaktadır. Bu nedenler; bu kavramla ilgilenen farklı ilgi gruplarının olması, farklı kavramsal açıklamaların olması, kavram olarak göreceli bir ifade olması, bilimsel okuryazarlığın farklı amaçlarla incelenmesi ve farklı ölçme yollarının olması şeklinde özetlenmektedir. Hurd (1998) ise bilimsel okuryazarlık kavramının geçerli tanımına ancak; bilimdeki ilerlemelerin ve toplumsal yapıdaki değişimin takip edilmesi ile ulaşılabileceğini belirtmektedir. Laugksch (2000) bilimsel okuryazarlık kavramına ilişkin kavramsal açıklamayı Şekil 1’deki gibi özetlemektedir.



Şekil 1: Bilimsel okuryazarlık kavramının kavramsal açıklaması

Bilimsel okuryazarlık kavramına ilişkin tanımlar araştırmalarla ve kişilerin bilimsel okuryazar olma kavramına yükledikleri niteliklerle ilişkili olmakla birlikte, bu kavrama ilişkin kronolojik sıralama da bu noktada oldukça önem kazanmaktadır. Bilimsel okuryazarlık kavramını ilk tanımlama girişimi, 1946 ile 1964 yılları

arasındaki 100 farklı yayının incelenmesi doğrultusunda, Pella tarafından 1966 yılında gerçekleştirilmiştir.

Pella (1966) bilimsel okuryazar bir kişinin niteliklerini (a)toplum ve bilim arasındaki ilişkinin (b)bilim insanını yönlendiren etik kuralların (c)bilimin doğasının (d)bilim ve teknoloji arasındaki farklılıkların (e)bilimle ilgili temel kavramların (f)bilim ve insanlık arasındaki karşılıklı ilişkinin anlaşılması olarak açıklamıştır. Showalter ise 1974 yılında, 15 yıllık literatür taraması doğrultusunda bilimsel okuryazar kişinin özelliklerini; (a)bilimsel bilginin yapısını anlayabilme (b)bilimle ilgili kavramları, kuralları, kanunları ve teorileri toplum içerisinde tam ve doğru bir şekilde uygulayabilme (c)problem çözme, karar verme ve evreni anlama sürecinde bilimin yöntemlerini kullanabilme (d)bilimin temelini oluşturan değerlerle evreni ilişkilendirebilme (e)bilim ve teknolojiyi birbiriyle ve toplumla ilişkilendirebilme (f)evrenle ilgili daha ilgi çekici ve tatmin edici bilgiler sunabilme (g)bilim ve teknoloji ile ilişkilendirilmiş çeşitli beceriler geliştirebilme olarak tanımlamıştır.

Yapılan birçok tanımlamanın ardından Shen (1975) bilimsel okuryazarlığı üç boyutta ele almış; 1981 yılında Branscomb ise bilimsel okuryazarlığı “bilgiyi okuma, anlama ve yazma” olarak tanımlamıştır. 1983 yılında Miller bilimsel okuryazarlığı çağdaş bir bakış açısı ile ele almış ve bilimsel okuryazarlığı; (a)bilimin metotlarının ve kurallarının (b)temel bilimsel kavramların ve terimlerin (c)bilim ve teknolojinin toplum üzerindeki etkisinin anlaşılması, olmak üzere üç boyutta tanımlamıştır. Bireysel tanımlamaların yanı sıra; fen, matematik ve teknoloji eğitimine katkıda bulunmayı amaçlayan ve A.B.D’de gerçekleştirilen “Proje 2061” çalışması kapsamında da bilimsel okuryazarlık üzerine vurguda bulunulmuştur (Laugksch, 2000).

Rubba ve Anderson’un (1978) yapmış olduğu tanımlamada ise bilimsel okuryazarlık yedi boyutta ele alınmıştır. Bu boyutlar (a)bilimsel bilginin doğasını anlayabilme (b)fen kavram, ilke, teori ve kanunlarını evrenle ilişkilendirerek doğru bir şekilde uygulayabilme (c)problem çözme ve karar verme sürecinde bilimsel süreçleri kullanabilme (d)evrendeki mevcut koşullar ile bilim arasında ilişkiyi kurabilme

(e)bilim ve teknoloji ilişkisini kurabilmesi ve bunun toplumla olan ilişkisini anlayabilme (f)almış olduğu fen eğitimi sonrasında, evrenle ilgili konularda daha çok fikir ortaya atabilme (g)bilim ve teknoloji ile ilişkili çoklu beceriler orta koyabilme şeklindedir (Çelik ve Bayrakçeken, 2006).

Proje 2061 kapsamında ise bilimsel okuryazarlık: (a)doğal dünyanın birliği fikrine saygı duyma (b)matematik, teknoloji ve bilimlerin birbirine bağlı olduğu bazı önemli durumların farkında olma (c)bilimlerin bazı anahtar kavramlarını ve prensiplerini anlayabilme (d)bilimsel düşünme biçimlerine sahip olabilme olarak ele alınmıştır (Turgut, 2005).

Ulusal Fen Eğitimi Standartlarına göre ise bilimsel okuryazarlık; kişisel karar verme, toplumsal ve kültürel etkinliklere katılma, ekonomik üretkenlik için gerekli olan süreç ve bilimsel kavramların anlaşılması olarak tanımlanmaktadır. Bilimsel okuryazar bir kişi günlük yaşamdaki deneyimlerinden doğan merakla; sorular sormakta, bu soruları cevaplamakta veya soru ile ilgili karar vermektedir. Bu açıklama bir kişinin doğal bir olayı tanımlayabilmesi, açıklayabilmesi ve tahminde bulunabilmesi anlamına gelmektedir. Bilimsel okuryazar kişi; bilimle ilgili popüler yayınları anlayabilme ve sonuçların geçerliği hakkında tartışmalara katılabilmek, ulusal ve yerel konularda karar verebilme, bilimsel ve teknolojik olarak ortaya çıkan konuları tanımlayabilme yeterliğine sahip kişilerdir. Okuryazar bir kişi bilimsel bilgiyi üretmek için kullanılan metotlar ve kaynaklar ile ilgili değerlendirme yapabilmelidir (NRC, 1996, s.22).

2.3.BİLİMİN DOĞASI

Bu kısımda bilimin doğasına ilişkin temel kavramlara, önemine ve öğretmen eğitimindeki yerine, öğretiminde kullanılan yaklaşımlara, ölçme araçlarına, bilimin doğasına ilişkin yanlış inanışlara ve literatürde yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

2.3.1.Bilimin Doğasına Tarihsel Bir Bakış

Bilim ve bilimin doğasının önemi ve anlaşılması üzerine yapılan vurgu yüzyılın başlarından bu yana süregelmektedir. Ancak yüzyılın başlarında “bilimin doğasının

anlaşılması” kavramı henüz literatüre tam olarak girmemiş; buna rağmen bilimin çeşitli karakteristiklerinin öğretilmesinin gerekliliği, fen eğitiminde temel bir amaç olarak belirlenmiştir.

1907 yılında, Fen ve Matematik öğretmenleri merkezi kuruluşunda, fen eğitiminde bilimsel yöntem ve metotlar üzerine odaklanılmasının gerekliliği üzerine vurgu yapılmış; 1916 yılında ise Dewey, bilimsel metodun anlaşılmasının, bilimsel bilgi elde etmekten daha önemli olduğunu belirtmiştir. 1938 yılında Jaffe “Kimyanın yeni dünyası” isimli kitabında bilimin doğasına ilişkin başlıklara yer vermiştir. Bunu takiben 1946 yılında Conant “fen eğitiminde tarihsel yaklaşıma” yer veren bir ders planlamış ve uygulamıştır.

1960 yılında uygulamaya konan müfredat projesi ile birlikte, fen eğitiminin temel odağı olarak görülen “bilim insanı neyi bilir?” ifadesi “bilim insanı nasıl bilir?” şeklinde irdelenmeye başlamış; süreç 1964 yılında hem felsefeci hem de fen eğitimcisi olan Schwab’ın yapmış olduğu çalışmalarla devam etmiştir. 1968 yılında Robinson tarafından bilimin felsefesine ilişkin açıklamaları içeren “Bilimin doğası ve fen öğretimi” isimli kitap yayınlanmış; 1972 yılında Martin, Robinson’un çalışmalarını destekleyen yeni bir yayın ortaya koymuştur.

Bu alanda yaklaşık 50 yıl süren çalışmalar sonucunda, fen müfredatında az da olsa bir değişim yaşanmıştır. 1982 yılında Kilborn fen eğitiminin, bilimin anlamının anlaşılması için yeterli veri sağlamadığını; 1991 yılında ise Gallagher fen derslerinin bilimin doğasından çok bilimsel bilgilerin terminolojisi ve anlamı üzerine odaklandığını belirtmiştir. 1994 yılında Duschl, öğrencilerin bilimdeki teorileri, hipotezleri, olayları öğrendiklerini, bilimin “ne” olduğuna ilişkin bilgi sahibi olduklarını; buna karşın bu bilgilerin ve bilimin “nasıl” ortaya çıktığını öğrenmediklerini belirtmiştir. Son dönemlerde yapılan çalışmalar okullarda verilen eğitimin; bilginin nasıl üretildiği ve bilimin nasıl çalıştığı gibi konular üzerine odaklanılması gerektiğine ilişkin tartışmaları içermektedir. Bu nedenle çeşitli araştırmalarda, okullarda verilen fen eğitimine bilim felsefesi ve tarihinin nasıl

entegre edilebileceği üzerine odaklanılmaktadır (McComas, Clough ve Almazroa, 2000).

2.3.2.Bilimin Doğası Öğretiminin Önemi ve Öğretmen Eğitimindeki Yeri

Bilimin nasıl çalıştığının ve ne olduğunun anlaşılması, bilimle ilgili konularda politik kararlar verilmesi ve bilimsel bilginin nasıl kabul edileceği gibi konular bilimsel okuryazarlık için oldukça önemlidir (Clough ve Olson, 2004). Buna göre bilimsel okuryazarlığın anlaşılması, bilimsel bilginin doğasının anlaşılmasını gerekli kılmaktadır.

Cotham ve Smith'e (1981) göre bilimin doğasını anlamak tüm bireyler için oldukça önemlidir (Çepni, 2007). Bilimin doğası öğretimindeki temel amaç, başlı başına bir alan olarak felsefenin öğrencilere öğretilmesi değil; öğrencilerin bilimsel bilginin gelişimindeki süreçlerin farkına varmasına yardımcı olmaktır (McComas, Clough ve Almazroa, 2000). Bilimin doğasını anlamamanın neden önemli olduğu Driver, Leach, Millar ve Scott (1996) tarafından beş başlık altında açıklanmıştır. Bu başlıklar aşağıdaki gibidir.

Faydacılık: Bilimin doğasının anlaşılması; bilimin anlaşılması, teknolojik nesnelerin ve günlük yaşamdaki süreçlerin yönetilmesi için gereklidir.

Demokratik: Bilimin doğasının anlaşılması; sosyo-bilimsel konularda güvenilir kararlar vermek için gereklidir.

Kültürel: Bilimin doğasının anlaşılması; çağdaş kültürün bir parçası olarak, bilimin değerinin belirlenmesi için gereklidir.

Ahlaki: Bilimin doğasının anlaşılması; toplum için geleneksel nitelikteki ahlaki değerlerin şekillendirilmesinde kullanılan kurallarının anlaşılması için gereklidir.

Fen Öğretimi: Bilimin doğasının anlaşılması; bilim tabanlı konuların öğrenilmesini kolaylaştırmak için gereklidir (Lederman, 2007).

Birçok eğitimsel bakış açısı öğrencilere yalnızca olaylar, teoriler ve kanunların öğretilmesinin yeterli olmadığını belirtmektedir. Buna karşın öğretmenler ve bilimle

ilgilenen eğitimciler öğrencilerin, bilimsel bilginin neden güvenilir olduğu, bu bilginin kabul edilebilir olup olmadığı ve buna nasıl karar verilebileceği gibi konularda bilgi sahibi olmaları gerektiğini düşünmektedirler. Bilimin doğasının anlaşılması, fen ve teknoloji tabanlı konularda karar alma/verme mekanizmasına katılan kişiler için, demokrasinin temel bir bileşeni olmamakla birlikte, bu süreci etkileyen önemli bir etmendir. Bilimsel bilginin özelliklerinin ve nasıl yapılandırıldığının anlaşılması, kişilerin iyi bilim ile kötü bilimi birbirinden ayırt etmelerine ve bilimsel bilgiyi günlük yaşam deneyimlerine aktarmalarına yardımcı olacaktır. Bu bağlamda fen ve teknoloji tabanlı konularda, bilimin doğası ve karar verme sürecinin ilişkili olduğu ve bilimin doğası anlayışına sahip olan kişilerin konulara ilişkin farklı kararlar verebilecekleri görülmektedir (Bell ve Lederman, 2003).

Smith ve Scharmann (1999) ise bilimin doğasının öğretilmesinin önemini, kişisel karar vermede sorumlu olabilmek ve küresel anlamda etkili vatandaşlar olabilmek olarak açıklamışlardır.

Dass ise bilimin doğasını öğrenmenin önemini üç başlık altında açıklamıştır.

1. Halkın geneli için bilimsel okuryazarlığın sağlanması gerekmektedir. Etkili bir demokratik rejimde, sosyo-politik konular bilim ve teknoloji üzerine şekillenmekte, bu da temel vatandaşlık görevlerini yapabilmeyi gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda vatandaşlardan bilimsel okuryazarlık yetisine sahip olması beklenmektedir. Modern toplumlar bilim ve teknoloji kaynaklı farklı seçenekler, konular ve ikilemlerle karşı karşıyadır. Bu nedenle modern demokrasilerde yaşayan vatandaşlar problemleri çözebilmek, doğru seçimler yapabilmek, doğru oy verebilmek için; bilimsel okuryazar olmalı ve bilimsel bilginin doğasını anlayabilmelidir.
2. Bilim insanı olmayan kişilere, kendi çalışmalarının doğasını etkili bir şekilde aktarabilecek, bilim insanları yetiştirilmelidir. Gastel'a (1983) göre bilimin topluma açıklanması, bilim insanının ne tip konularda çalıştığını halka sunması açısından fırsat sağlamaktadır. Böylece halka yardımcı olunmakta, kültür, bilim ve bilim insanı zenginleşmektedir.

3. Topluma bilimsel okuryazarlık yetisi kazandırabilmek ve bilim insanı olmayan kişilere çalışmaların doğasını etkili bir şekilde aktarabilen bilim insanları yetiştirebilmek için öğretmenler anahtar bir rol oynamaktadır. Bu nedenle lisans eğitimi sürecinde, öğretmen adayları, bilimin doğasının farklı görüş açılarını görebilmeleri amacıyla düzenlenmiş, öğrenme deneyimlerine tabi tutulmalıdırlar (2005).

Bilim tanımında olduğu gibi, bilimin doğasına ilişkin açıklamalar da farklı alanlarda çalışan bilim insanlarının, alanlarına ilişkin yaklaşımları doğrultusunda şekillenmekte ve anlam kazanmaktadır. Mevcut açıklamaların bulunduğu ortak nokta ise toplumdaki bireylerin bilimsel okuryazarlık yetisine sahip olarak yetiştirilmesinin gerekliliğidir. Buna göre bilimin doğası kavramının, farklı alanlarda çalışan bilim insanları için farklı derecede önem ve anlam taşıdığı aşikârdır.

Öğretmen eğitimi açısından ele alındığında ise farklı becerilerin öğrencilere kazandırılması sürecinde oldukça etkin bir role sahip olan öğretmenlerin, çağdaş uygarlık düzeyine erişebilmek adına, kendi kendine yetebilen ve bilimsel okuryazarlık yetisine sahip bireyler yetiştirilmesinin odağında yer aldıkları görülmektedir.

Bilimsel bilginin doğasının anlaşılması, bilimin sosyal ve felsefi boyutlarının anlaşılmasını gerektirmektedir. Geçmişten günümüze kadar süregelen öğretim programları incelendiğinde, öğretmen eğitimi veren kurumların programlarının gerekli anlayışı kazandırmayı hedeflemediği görülmektedir. Bu sonuç, öğretmenlerin bilim ve bilimsel bilginin doğası kapsamında yer alan konuların öğretiminde yetersiz ve yanlış bilgiye sahip olmalarına neden olmaktadır (McComas, Clough ve Almazroa, 2000). Lederman ve Lederman'a (2004) göre; bilimin doğasına ilişkin yetersiz görüşler ortaya konulmasının iki önemli nedeni bulunmaktadır. Bu nedenlerden ilki, bilimin doğasına ilişkin çok fazla karışıklık olması; ikincisi ise öğretmenlere bilimin doğası öğretimine yönelik çok az araştırma-tabanlı kaynak sunulmasıdır.

İnam (1991)'a göre bilim ve bilimin doğası; kendimizi, dünyamızı ve kültürümüzü anlamamıza ayrıca bilime katkıda bulunabilmemiz için, öğrencilere ve topluma doğru bir şekilde öğretilmelidir (Aslan, 2009). Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons'a göre öğretmenler bilim ve teknolojiyi kullanma bilgisini ve bunun toplumla olan ilişkisini, öğrencilerine aktarabilirlerse, öğrencilerin bilimsel düşünme yeteneklerinin gelişmesine de katkıda bulunacaklardır (2002).

McComas, Clough ve Almazroa'ya (2000) göreyse bilimin doğası hakkında bilgi sahibi olmak; fen konularının kolay bir şekilde öğrenilmesine, bilimin nasıl çalıştığının ve sınırlarının anlaşılmasına, fen eğitiminin daha ilgi çekici kılınmasına, bilgilerin ezber dışında öğrenilmesine neden olmaktadır.

Araştırmalar öğretmenlerin bilimin doğasını anlama biçimlerinin ve inançlarının, öğretim deneyimlerini etkilediğini ortaya koymaktadır (Lederman, 1992; Lederman, 1999; Murcia ve Schibeci, 1999; Tairab, 2001; Lin ve Chen, 2002; Dass, 2005; Akçay, 2006; Waters-Adams, 2006). Brickhouse'un (1990) yapmış olduğu çalışmadan elde edilen sonuçlar bu görüşü destekler niteliktedir. Brickhouse çalışmasında öğretmenlerin sahip olduğu bilimin doğası anlayışı ile sınıf uygulamaları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada üç öğretmen ile görüşme yapılmış ve her bir öğretmen otuz beş ders saati gözlenmiştir. Yapılan değerlendirmeler doğrultusunda öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin sınıftaki öğretimlerine yansıdığı sonucuna ulaşılmıştır (Kaya, 2007).

Öğretmenler bilimin ve bilimsel bilginin doğası ile ilgili, öğrencilere uygun şekilde rehberlik ederek, onları bilimsel çalışmalar için yönlendirmeli ve öğrencileri düşünmeye sevk etmelidirler. Bu sonuç öğrencilerin karşılaştıkları toplumsal ve bilimsel olayları bilimsel düşünceyle değerlendirmelerine neden olmaktadır (Doğan Bora, 2005). Bilimin doğasının öğrencilere öğretilmesi sürecinde öğretmenlerin; neyin öğretilmesi gerektiğini bilmeleri, öğrencilerin düşüncelerini anlayabilmeleri, eğitimsel aktiviteleri uygulayabilmeleri ve değerlendirebilmeleri beklenmektedir. Ayrıca bu süreçte öğretmenler;

- Öğrencilerin bilim ve bilim insanına yönelik düşüncelerini yazma, konuşma ve çizme aktiviteleri gibi farklı aktivitelerle aktarmasına yardımcı olmalı,
- Öğrencilerin bilim ve bilim insanının popüler boyutunu incelemesine olanak tanınmalı,
- Kitaplardaki bilimsel bilgilerin nasıl ortaya konduğu konusunda bilgi vermeli,
- Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini açıklamalarına olanak tanınmalı ve bu görüşlerin kendi araştırmalarında nasıl ortaya çıktığını görmelerine yardımcı olmalı,
- Öğrencileri, yöneltmiş olduğu sorular yardımıyla, bilimin doğasına ilişkin kavramlar konusunda düşündürebilmelidir (Hanuscin ve Lee, 2009).

Bilimsel bilginin doğasını anlayan ve uygulayabilen, bilimsel okuryazar bireyler yetiştirilebilmesi için; öğretmenlerin gerekli anlayışları kazanması ve bu anlayışları öğrencilerine doğru bir şekilde aktarması gerekmektedir. Bu nedenle de bilimsel okuryazarlığın önemli bir bileşeni olan, bilimin doğasının öğretmen ve öğretmen adaylarına kazandırılması, eğitim süreci açısından oldukça önemlidir.

2.3.3.Bilimin Doğasına İlişkin Tanımlamalar

Lederman'ın (1998) belirttiğine göre, bilimin doğasına ilişkin farklı tanımlamalara yer verilmesine rağmen; tarihçiler, filozoflar ve fen eğitimcileri gibi, farklı alanlardan kişilerin uzlaşmış oldukları tek bir tanım ortaya konamamıştır (Bell, Lederman, Abd-El Khalick, 2000; Zeidler, Walker, Ackett, Simmons, 2000; Lederman, 2007; McComas, 2008). Bunun en önemli nedeni bilimin karmaşık, dinamik ve çoklu bir yapıya sahip olmasıdır (Khishfe ve Abd-El Khalick, 2002).

Lederman'a göre bilimin doğası, bilimin bir yolu olarak bilimin epistemolojisine atıfta bulunur veya bilimsel bilgiye ve gelişimine ait değerler ve inançları yapısında bulundurur (Lederman, 1992; Lederman ve Lederman, 2004; Lederman, 2007).

McComas, Clough ve Almazroa'ya (2000) göre bilimin doğası; bilimin tarihi, sosyolojisi ve felsefesi gibi farklı alanları içeren çeşitli toplumsal çalışmaların; bilimin ne olduğu, nasıl çalıştığı, bilim insanlarının toplumsal yapıyı nasıl idare ettiği

ve toplumun bilimsel girişimleri nasıl yönettiği gibi soruların geniş açıklamalarını içeren, psikoloji gibi bilişsel bilim araştırmalarının birleşimi doğrultusunda disiplinler arası süren çalışmalar bütünüdür.

Ryder, Leach ve Driver'a (1999) göre de bilimin doğası, bilim insanlarının bilimsel bilgiyi nasıl geliştirip kullanmaları, hangi problemlerin araştırılacağına karar vermeleri, bilimsel verileri nasıl toplayıp yorumlamaları ve araştırmalarda yayınlanan bulgulara inanılıp inanılmayacağına nasıl karar vermeleri gerektiği gibi başlıkları içermektedir.

Loving (1997) ise bilimin doğasını, pozitivist anlayıştan post-modernist anlayışa doğru açıklamıştır. Günümüz bilimin doğası anlayışı, pozitivist bakış açısından oldukça uzakta yer almakta ve bilimin göreceli yapısını temel alan post-modern bir çerçevede tanımlanmaktadır (Schwartz, 2004; Öztuna Kaplan, 2006). Buna göre mevcut bilimin doğası anlayışı; bilimi otoriteye bağlı, nesnel ve kültürel etkilerden bağımsız olarak tanımlayan geleneksel pozitivist anlayıştan oldukça uzaktır (Aslan, 2009). Post-modern anlayışa göre bilim; teori ve kültüre bağlı, deneysel gözlemlere dayalı, öznel bir insan girişimidir (Schwartz, 2004).

Shapin'e (1996) göre de öğrenciler bilimi ve bilimsel bilginin doğasını, geleneksel bilim anlayışındaki gibi basit epistemolojik inanışlar ve metotlara dayalı süreçler olarak algılamamalıdır. Bu nedenle öğrenciler; bilimin canlı, ilgi çekici ve gereksinimlerin giderilmesi için yapılan bir olgu olduğunu ifade eden, çağdaş bilim anlayışı doğrultusunda yetiştirilmelidir. Bilimin doğası kavramının çağdaş bilim anlayışı doğrultusunda kavranması, uygulanan öğretim programının ve ders işleme stratejilerinin de buna uygun olarak yürütülmesine imkân sağlayacaktır (Doğan Bora, 2005).

NSTA (2000) tarafından yapılan açıklamada ise bilimin doğasını anlamak için önemli olan bileşenler sıralanmıştır:

- Adım adım gerçekleştirilen bilimsel metot basamaklarının tamamlanması bilimsel çalışmanın tek evrensel yolu değildir,
- Yaratıcılık bilimsel bilginin üretiminde önemli bir unsurdur,
- Yeni kanıtlar ve yorumlar, eski fikirlerin yerini alır veya yeniler tarafından eski fikirlere eklemeler yapılır,
- Bilim ve teknoloji birbirini etkiler. Temel bilimsel araştırmalar direkt pratik sonuçlarla ilgili değildir (Crowther, Lederman ve Lederman, 2005).

Bilim kavramına ilişkin tanımlamalarda olduğu gibi, bilimin doğası kavramına ilişkin yapılan tanımlamalarda da bilim insanları tek bir tanım üzerinde uzlaşamamışlardır. Yapılan tanımlamalar çalışılan alana, toplumsal ve kişisel özelliklere göre farklılaşmaktadır.

2.3.4. Bilimin Doğasına İlişkin Temel Kavramlar

Bilim insanları bilimin doğası kavramına ilişkin tek bir tanım üzerinde uzlaşamazken, bilimin doğasına ilişkin özellikler konusunda bilim insanlarının büyük bir çoğunluğunun hem fikir olduğu görülmektedir (Lederman, 1999; Abd-ElKhalick, Lederman, Bell, Schwartz, 2001; Bell, 2001; McComas, 2004; Schwartz ve Lederman, 2006; Schwartz ve Lederman, 2008). Bilimin doğasının ortak olarak kabul gören karakteristik özelliklerine ilişkin görüşler McComas, Clough ve Almazroa'nın yapmış oldukları çalışmada, sekiz uluslararası fen eğitimi standardının analiz edilmesi doğrultusunda, aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır.

- Bilimsel bilgi, değişken bir yapıya sahiptir,
- Bilimsel bilgi, tamamen olmamakla birlikte kısmen de olsa; gözlem, deneysel kanıt, tartışmalar ve şüpheciliğe bağlıdır,
- Bilim yapmak için tek bir yol yoktur. Bu nedenle evrensel, adım adım ilerleyen tek bir metot bulunmamaktadır,
- Bilim, doğal olayları açıklamak için bir girişimdir,
- Teori ve kanunlar, bilimsel çalışmalarda farklı rollere sahiptir. Bu nedenle öğrenciler teorilerin kanunlara dönüşmediği konusunda bilgi sahibi olmalıdır,
- Tüm kültürlerden insanlar bilime katkıda bulunurlar,

- Elde edilen yeni bilgiler açık bir şekilde rapor edilmeli ve anlatılmalıdır,
- Bilim insanlarının ön bilgiye, tam ve doğru kayıtları ihtiyacı bulunmaktadır,
- Gözlemler, teori yüküdür,
- Bilim insanları yaratıcıdır,
- Bilimin tarihi, süreçte rol oynayan ilgili karakterleri ortaya koymaktadır,
- Bilim, sosyal ve kültürel geleneklerin bir parçasıdır,
- Bilim ve teknoloji birbirini etkilemektedir,
- Bilimsel iddialar, sosyal ve tarihsel ortamdan etkilenmektedir (2000).

Crowther, Lederman ve Lederman (2005) ise bilimin doğasına ilişkin sınırlandırılmış bir tanımlama yapmaktansa, bilimin doğasının ilgili olduğu boyutların vurgulanmasının önemini belirtmişler ve bu boyutları aşağıdaki gibi tanımlamışlardır:

- Bilim, öğrenmenin bir yoludur ve bilimsel bilginin gelişiminde değer ve inanışların rolü bulunmaktadır,
- Felsefe, tarih, sosyoloji ve psikoloji bilim öğrenme ve öğretiminde etkilidir,
- Bilim, insan çabasına dayanır ve insanların yaş, cinsiyet ve kültürlerinden etkilenmektedir,
- Bilim, kanıt temellidir. Yanlışlara veya mantığa dayanmaktadır.

Elde edilen bu başlıklar fen eğitimi standartlarının birçoğu için kabul görmekte birlikte; bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşleri test etmek amacıyla ölçek geliştiren araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ise bilimin doğasına ilişkin belirlenen karakteristik özellikler aşağıdaki başlıklar altında ele alınmaktadır.

1. ***Bilimsel bilginin deneysel doğası (The empirical nature of scientific knowledge)***: Bilim kısmen gerçek dünyanın gözlenmesine dayalıdır. Bilimsel iddiaların geçerliliği, olayların gözlenmesi doğrultusunda tespit edilmektedir. Bilim insanları doğadaki birçok olaya doğrudan gözlem yoluyla erişememektedirler. Doğanın gözlemlenmesi kavrayışımız ve ölçümlerimiz tarafından sınırlandırılmakta, elde ettiğimiz sonuçlar mevcut deneysel

çalışmalarla ve çoğunlukla ölçümlere bağlı temel var sayımlar doğrultusunda şekillenmektedir.

2. ***Bilimsel bilginin değişebilir doğası (The tentative nature of scientific knowledge)***: Bilimsel bilgi güvenilir ve uzun süreli olmasına rağmen kesin değildir. Olayları, teorileri ve kanunları içeren bu bilgi değişime açıktır. Yeni kanıtlar, teknolojiye gelişme, kültürel veya sosyal ortamlar, araştırma programlarındaki değişimler gibi farklı etkenler bilimsel bilginin değişmesine neden olmaktadır. Genel inancın aksine deneysel kanıtların tamamı olmaksızın; bilimsel hipotezler, teoriler ve kanunlar tam olarak savunulmaktadır.
3. ***Bilimsel bilginin yaratıcı doğası (The creative and imaginative nature of scientific knowledge)***: Bilim deneyseldir. Bilimsel bilginin gelişimi doğal olayların gözlemlenmesini içermektedir. Buna rağmen bilimsel bilginin üretilmesi aynı zamanda hayal gücü ve yaratıcılığı da içermektedir. Bilim, genel inancın aksine tamamen mantık ve düzen içeren aktivite değildir. Bilim, açıklamaların ve teorik ifadelerin keşfini yaparken, büyük çoğunlukla bilim insanlarının yaratıcılıklarını da içeren bir süreçtir.
4. ***Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası (The social and cultural embeddedness of scientific knowledge)***: Bilim, geniş bir kültür içinde uygulaması yapılan bir insan aktivitesidir. Bilim, içinde bulunduğu toplumun kültüründen ve yapısından etkilenir ve etkiler. Bu etkiler; sosyal yapıyı, farklı güç kaynaklarını, politikayı, sosyo-ekonomik faktörleri, felsefeyi ve dini inançları içermektedir.
5. ***Bilimsel bilginin nesnel doğası (Subjectivity of scientific knowledge/the theory-laden nature of scientific knowledge)***: Bilim insanlarının ön bilgileri, deneyimleri ve beklentileri yapmış oldukları çalışmayı, bilim insanının araştırdığı problemleri etkiler. Ayrıca bilim insanının araştırmalarında neleri

keşfettikleri/etmedikleri ve gözlem sonuçlarının nasıl yorumladıkları gibi konuları kendi araştırmalarıyla nasıl ilişkilendireceklerini etkilemektedir.

6. Bilimsel teoriler ve kanunlar (Scientific theories and laws): Bilimsel teoriler iyi bir şekilde düzenlenmiş, doğrulanmış ve geçerli açıklamalardır. Teoriler, belli bir alandan daha fazla sayıdaki araştırmalarda, ilişkisiz gibi görünen gözlemleri açıklamayı içerir. Teoriler araştırma problemlerinin üretilmesinde ve gelecek araştırmalara rehberlik edilmesi sürecinde önemli bir role sahiptir. Bilimsel teoriler bir grup varsayım üzerine temellenir ve gözlemlenmeyen olayların var olduğunu öne sürer. Böylece teoriler doğrudan doğruya test edilemezler. Teorileri desteklemek ve geçerliğini arttırmak için yalnızca dolaylı kanıtlar kullanılabilir. Bilim insanları teorilerden yola çıkarak test edilebilir tahminler üretirler ve tahminlerini somut verilerle kontrol ederler. Tahminler ve deneysel kanıtlar arasındaki bu kabul, test edilen teorinin güvenilirliğini artırır. Gözlem ve sonuç çıkarma arasındaki bu ayrım, teori ve kanun arasındaki ayrılığa işaret etmektedir. Genellikle kanunlar gözlemlenebilir olaylar arasındaki ilişkinin açıklayıcı ifadeleridir. Teorilerse, bunun aksine, gözlemlenebilir olaylar için çıkarım yapılmış açıklamaları içermektedir.

7. Bilimde gözlem-çıkarma ilişkisi (Relationship of observation-inference in science): Öğrenciler gözlem ve sonuç çıkarma arasındaki farkı ayırt edebilmelidir. Gözlemler duyularımız vasıtasıyla doğrudan ulaşabileceğimiz doğal olaylar hakkındaki açıklayıcı ifadelerdir. Bunun aksine, çıkarım yapma duyularımız yardımıyla doğrudan ulaşamayacağımız doğal olaylar hakkındaki açıklayıcı ifadelerdir (Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz, 2002).

Bilimsel bilginin özellikleriyle ilgili bu ifadelerin hiçbiri bir diğerinden bağımsız olarak düşünülmemektedir. Örneğin bilimsel bilginin kesinsizliği onun, gözlem ve çıkarımlarla ve bilim insanlarının yaratıcılığıyla ortaya konulmasıyla ilgilidir. Bilimsel bilgiler, bilim insanlarının kültür, toplum ve kişisel görüşlerin etkisiyle

oluşturdukları bilgilerdir. Bilimsel bilgiler yeni bilimsel verilerin bulunmasıyla değişmektedirler (Schwartz, Lederman, Crawford, 2004).

2.3.5.Bilimin Doğası Hakkında Yanlış İnanışlar

Bilimin doğası öğretimine ilişkin yapılan çalışmalar, bu konuda çeşitli sorunların yaşandığını gösterir niteliktedir. Bu sorunların en önemlilerinden biri de gerek öğrenci gerekse öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin yanlış inanışlara sahip olmalarıdır. Yanlış inanışlar öğretmenlerin deneyiminden, öğrencilere yönelik beklentilerinden, bilimin doğasına yönelik eğitim alınmaması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Schwartz, 2007).

Bilimin doğası hakkındaki yanlış inanışlar Wenning tarafından şu şekilde belirtilmiştir:

- Tek ve evrensel bir bilimsel metot bulunmaktadır,
- Hipotezler denenmiş tahminlerdir,
- Hipotezler, teorilere; teoriler de kanunlara dönüşmektedir,
- Bilimsel bilgi deneye dayanır,
- Bilimde nesnellik olmak zorundadır,
- Bilim insanları genellikle, meslektaşlarının çalışmalarını gözden geçirirler,
- Olayların analiz edilmesi doğrultusunda, kesin sonuçlar elde edilir,
- Bilim yaratıcı olmaktan çok yöntemseldir,
- Bilimsel metot, mutlak doğruyu bulmaya yardımcı olur,
- Evrenle ilgili tüm sorular bilimsel metot yardımıyla bulunabilir (2006).

Bunların yanı sıra; literatürde bilimin doğası hakkında on beş farklı yanlış inanışın belirtilmiş ve bu inanışlar McComas'ın (2000) yapmış olduğu çalışmada belirli başlıklar altında tanımlanmıştır.

İnanış 1. Hipotezler teorilere, teoriler de kanunlara dönüşür: Bu inanış artan kanıtlarla birlikte, bilimsel iddiaların ulaşması gereken son nokta olduğu düşünülen

kanunlara dönüşmesi sırasında gelişimsel bir sürecin izlendiğini ifade etmektedir. Hipotez, teori ve kanun arasındaki yanlış inanış Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2: Olaylar, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki yanlış hiyerarşik ilişki

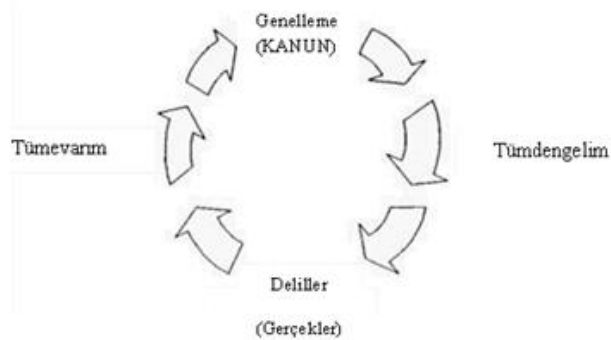
Bu inanışa göre hipotezler ve teoriler, kanunlara göre daha az güvenilirdir. Teori ve kanunlar bilginin çok farklı iki türüdür, fakat bu konudaki yanlış; teori ve kanunların aynı bilgi yapılanmasının farklı iki formu olduğu gibi betimlenmesine neden olmaktadır. Teori ve kanun arasında elbette ki bir ilişki vardır ancak bu ilişki birinin diğerini oluşturması değildir. Kanunlar doğadaki olayların veya ilkelerin genellenmesi; teoriler ise bu genellemelerin açıklamalarıdır.

İnanış 2. Bilimsel kanunlar ve benzeri iddialar mutlak doğrudur: Bu inanış iki önemli faktör içermektedir. Bunlardan ilki; bireyler bilimsel kanunların bilimsel teorilerle eşit öneme sahip olduğunu anlasalar bile, bilimdeki bütün bilgilerin geçici bir karaktere sahip olduğunu nadiren anlamaktadırlar. İkincisi ise; birkaç temel nitelikte kanun olduğunun farkına varılmasıdır. Buna rağmen her tip bilimsel kanun, bilimsel bilgi de olduğu gibi değişebilir niteliktedir.

İnanış 3. Hipotezler denenmiş tahminlerdir: “Hipotez” kavramı en az üç farklı tanımlamadan oluşmaktadır. Bu nedenle “hipotez” kavramı kullanılmayabilir, yeri değiştirilmiş olabilir veya dikkatli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. “Hipotez” kavramının farklı açıklamaları Şekil 3’de yer almaktadır.

Bilimsel yöntem basamakları Keesler (1945) tarafından; kontrollü gruplar oluşturma, doğru kayıtlar tutma, dikkatli gözlem ve ölçüm yapma gibi, bilimsel araştırma basamakları ile ilişkilendirilerek hazırlanmıştır. Liste ölçeğe çevrilerek bilim insanlarına geçerliğinin sağlanması amacıyla sunulmuş; elde edilen sonuçlar doğrultusunda belirlenen maddeler bilimsel bir problemin araştırılmasında kullanılmak üzere nihai sonuç olarak ortaya konmuş ve “bilim insanları nasıl çalışır?” sorusunun açıklaması olarak kitaplara yerleştirilmiştir. Benzeri bir sınıflama, bilim insanlarının standart bir araştırma planı yapmasını sağlamaktadır. Medewar (1991) bilimsel makalelerin belirli bir tarzda yazılmasına karşı çıkmış ve bu araştırmaların problemin araştırıldığı gerçek yolu nadiren ortaya koyduğunu ifade etmiştir. Carey (1994), Gibbs ve Lawson (1992) Chalmers (1990), Gjertsen (1989) ise belirli konularda çalışan bilim insanlarının evrensel nitelikte kullandıkları herhangi bir araştırma metodunun olmadığını ifade etmektedir.

İnanış 5. Dikkatlice toplanan kanıtlar kesin bilgiyle sonuçlanmaktadır: Tüm araştırmacılar, bilim insanları da dâhil olmak üzere, tümevarım adı verilen süreçte deneysel kanıtlar toplamakta ve yorumlamaktadırlar. Bu süreç, kanıtlara ilişkin bireysel parçaların toplandığı ve kanun keşfedilene veya teori icat edilene kadar test edilmesi ile ilerleyen bir süreçtir. Tümevarım ilk kez 17. yy’da Bacon tarafından kullanılmış ve 1620 yılında yayımlanmış olan “Novum Organum” isimli kitabında, bir sonuca varabilmek için olayların özümlemesi gerektiğini ifade etmiştir. Tümevarım ve tümdengelim süreci, Bacon tarafından Şekil 5’deki gibi özetlenmektedir.

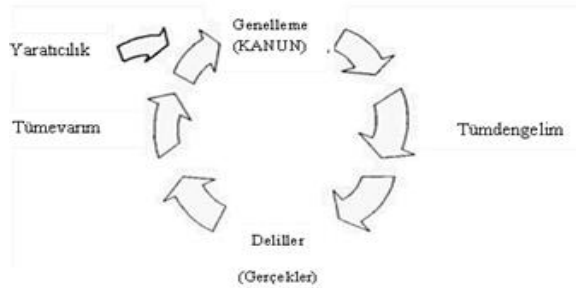


Şekil 5: Tümevarım ve tümdengelim süreci

Tümevarım ile ilgili sorun, her hangi bir durumla ilgili tüm gözlemlerin yapılamaması ve geçmiş, gelecek ve günümüzdeki olayların tamamından sürekli olarak emin olunmasının mantıksız olmasıdır. Bilim insanları, tüm şartlarda kabul edilebilecek kanun ve teoriler oluşturmaktadır. Fakat tümevarım problemi bu şekilde kesin bir sonucu mümkün kılmamaktadır. Her hangi bir kanunun ortaya konması tümevarım yoluyla gerçekleşmektedir, çünkü gerçekler ilgili diğer gerçekler üzerine birikerek çoğalmaktadır. Tümdengelim ise her hangi bir kanunun geçerliğini kontrol etmek için faydalıdır. Örneğin, bütün kuğuların beyaz olduğunu ileri sürmüşsek, gelecekteki bütün kuğuların da beyaz olması gerektiğini tahmin yaparak ileri sürebiliriz. Aksi bir durum mevcut kanunun sorgulanmasına neden olmaktadır.

İnanış 6. Bilim ve metotları mutlak kanıtlar sağlamaktadır: Bilimsel çabanın genel sonucu, ürünlerin geçerli olmasının zorunluluğudur. Buna rağmen bilim, yeni bilginin elde edilmesi ile birlikte değişim geçirmeye eğilimlidir. Değişebilir olma, bilimin diğer alanlardan ayrılmasına neden olmaktadır. Kanıtlar ise her hangi bir teori veya kanuna destek sağlamakta ve geçerliğini arttırmaktadır.

İnanış 7. Bilim yaratıcı olmaktan çok yöntemselidir: Bilimin başarısı için, tek bir bilimsel metottan söz etmek mümkün değildir. Fakat teoriler ve kanunlar için ham veri sağlayan bireysel gerçeklerin toplanması ve yorumlanması, tümevarımın farkına varılması; birçok bilimsel çabanın temelini oluşturmaktadır. Bu farkındalık ise bir paradoksa neden olmaktadır. Eğer tümevarım sonuca varmak için etkili bir metot değilse, bilim insanları kullanılabilir teoriler ve kanunları nasıl oluşturacaklardır. Tümevarım kişisel gerçeklerin toplanması, analiz edilmesi ve test edilmesini sağlamaktadır. Bilginin oluşumunda yaratıcılığın rolü Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6: Bilginin oluşumu sürecinde yaratıcılığın yeri

Yaratıcılık, bilim insanlarının kanunları ve teorileri keşfetmesine neden olmaktadır. Birçok temel fen öğretim oryantasyonu ve metodu bilimde yaratıcı faktörler üzerine odaklanmaktadır.

İnanış 8. Bilim ve metotları tüm soruları cevaplamaktadır: Bilim filozofları bilimin ne olduğunu açıklamak için, Karl Popper'ın çalışmalarını ve yanlışlanabilirlik prensibini kullanılabılır bulmuşlardır. Örneğin yerçekimi kanununa göre; uzaklık sabit kaldığında kütlesi büyük olan cisimler, kütlesi küçük olan cisimlerden daha güçlü yerçekimi göstermektedir. Bu bir bilimsel kanundur ve eğer yeni keşfedilen nesnelere yer çekimine göre farklı hareket ederse bu kanun yanlışlanabilir.

İnanış 9. Bilim insanları nesnedir: Bilim insanları, diğer kişilere göre daha objektif değillerdir. Kanıtların analizi ve sonuca ulaşmak için kullanmış oldukları yöntemler konusunda oldukça dikkatlidirler. Bu doğrultuda, bu inanış geçersiz olarak görünebilir, fakat hem bilim felsefesi hem de psikoloji mutlak bir nesnellikten söz edilemeyeceğini belirtmektedir.

İnanış 10. Deneyler, bilimsel bilgiye ulaşmak için temel rotadır: Okul yaşamları süresince, öğrenciler feni deneylerle ilişkilendirmektedirler. Doğru deneyler, kontrol ve deney gruplarından oluşan yöntemleri içermekte ve neden-sonuç ilişkisini bulmayı hedeflemektedir. Elbette ki doğru deney yapma fenedeki en kullanışlı araçtır, fakat tek rota değildir. Birçok önemli bilim insanı bilgiyi iletirmek için deneysel olmayan teknikleri kullanmaktadır. Aslında birçok bilim dalında kontrol değişkenlerinin yetersizliği nedeniyle, doğru deney yapabilmek mümkün olmamaktadır.

İnanış 11. Bilimsel sonuçlar doğruluğu açısından gözden geçirilmektedir: Laboratuvar raporları hazırlanırken, diğer öğrencilerin tekrarlayabilmesi için kullanmış oldukları metotları sık sık anlatmaktadırlar. Bu tip bir sonuç ise öğrencilere, bilim insanlarının da birbirlerinin yapmış oldukları çalışmalarını kontrol ettikleri düşüncesini aşmamaktadır. Bu şekilde bir düşünce faydalı olmakla birlikte, elde edilen sonuçların farklı kişiler tarafından kontrol edilmesi nadiren rastlanan bir

durumdur. Bunun en önemli nedeni, bilim insanlarının meşgul olması ve bütçelerin yeterli olmamasıdır. Bu tip kontroller genellikle, mevcut paradigmanın elde edilen sonuçlarla çatışması durumunda yapılmaktadır.

İnanış 12. Yeni bilimsel bilgi hemen kabul edilmektedir: Bu inanış kanıt için yapılan doğru bir yorumlamanın, bilimsel topluluk tarafından doğrudan kabul edileceği sonucunu ortaya koymaktadır. Bilim insanlarının elde ettikleri ve beklentilerden çok da uzak olmayan yeni fikir, sorun yaratmadan bilimsel makalelerde yer bulacaktır. Ancak fikir önemli bir devrim niteliğinde veya sezgilerle ters düşüyorsa, bu durumda fikrin kabulü çabuk ve kolay olmamaktadır. Bu yanlış inanıştan elde edilecek sonuç, bilimin insan aktivitelerinin temelinde yer aldığı ve insanoğlunun yeni bilginin hem üreticisi hem de hakemi olduğudur.

İnanış 13. Bilimsel modeller gerçeği temsil etmektedir: Bu inanış hem bilim insanları hem de toplumdaki diğer insanlar tarafından kabul görmekte ve bu da realizm ve instrumentalizmin felsefi görüş açısından kaynaklanmaktadır. Realizm bilimin ne ürettiği ile ilgili bir durumdur ve doğru tahminler üretilmesine izin vermektedir. Bilimdeki temel sınırlıklardan biri “doğru” gerçeğin doğasının hiçbir zaman bilinmemesidir. Çünkü bu sorulara cevap verebilecek ve her şeyi bilen biri bulunmamaktadır. Bilim, dünyadaki sorulara cevap vermeyi ve doğruya mümkün olduğunca yaklaşmayı istemektedir. Fakat bilim insanlarının ulaştıkları sonuçların doğru olduğunu gösterecek her hangi bir işaret bulunmamaktadır. Diğer felsefi görüş ise bilimsel fikirlerin birbirleriyle ve delillerle olan uyumunu ele almaktadır. Instrumentalizme göre elde edilen sonuçların gerçeklerle uyumlu olup olmadığı önemli değildir. Buna göre bir realist gerçekler üzerine sonuçları yorumlarken; instrumentalist de bu fikirlerden elde edilecek sonuçlarla ilgilenmektedir.

İnanış 14. Bilim ve teknoloji aynı şeyi ifade etmektedir: Birçok insan televizyon, roket, bilgisayar ve buzdolabının bilim olduğuna inanmaktadır. Fakat bilimin özelliklerinden birisi bilimin uygulamalı olmayışıdır. Bilginin aranması süreci saf bilim olarak nitelenmekte, ticari bir aracın üretilmesi ise teknoloji olarak adlandırılmaktadır.

İnanış 15. Bilim yalnız yapılan bir uğraştır: Genel kabul bilimin önceki çalışmaların üzerine inşa edildiği yönündedir, fakat gerçekte bilimsel keşifler büyük bilim insanları tarafından yapılmaktadır. Bilim yalnız başına yapılan bir uğraş olmalıdır. Bilim insanları belirli bir topluluk içerisinde araştırma gruplarıyla birlikte çalışmaktadırlar. Bilimsel birçok problem bireysel bir şekilde çözmek için oldukça kompleks bir yapıya sahiptir (McComas, 2000).

2.3.6.Bilimin Doğası Öğretiminde Kullanılan Yaklaşımlar

Literatürde bilimin doğası hakkındaki öğretim yaklaşımları, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım olmak üzere üç başlık altında ele alınmaktadır.

2.3.6.1.Dolaylı Yaklaşım

Dolaylı yaklaşım bilimin doğasının anlaşılması için bilim yapmanın, bilimsel çalışmalara katılmanın ve süreç becerilerinin öğretilmesinin gerekliliği üzerine vurguda bulunmaktadır. Dolaylı yaklaşımı derslerine adapte eden araştırmacılar, genellikle bilimsel süreç becerileri, bilimsel araştırma aktiviteleri veya öğrenme çevresine manipüle ettikleri belirli özellikler yardımıyla bilimin doğasını öğretmeyi amaçlamaktadırlar (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000).

1960 ve 1970’li yıllarda fiziksel bilimler çalışması programı (The Physical Science Study Curriculum) (PSSC) ve biyoloji bilimleri program çalışması (the Biological Sciences Curriculum Study) (BSCS) alanlarında yapılan müfredat çalışmalarında, dolaylı yaklaşım program kapsamına alınmıştır. Buna rağmen elde edilen sonuçlar dolaylı yaklaşımın, bilimin doğasına ilişkin anlayışların geliştirilmesinde etkili olmadığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlara rağmen dolaylı yaklaşımda yer alan ve bilimsel araştırma aktivitelerine katılarak bilimin doğasına ilişkin anlayışların geliştirilebileceği düşüncesi halen geçerliğini korumaktadır.

Oysaki bilimin doğasının anlaşılması, bilişsel bir öğrenme çıktısı olarak düşünülmeli ve doğrudan bir yaklaşımla öğretilmelidir (Khishfe ve Abd-El Khalick, 2002). Hodson’un (1988) belirttiğine göre benzeri programların etkisiz olması, müfredattaki

çağdaş ve tutarlı felsefi temellerin olmayışı ve öğretmenlerin bilgi ve tecrübelerindeki yetersizlikten kaynaklanmaktadır (Kaya, 2005).

2.3.6.2.Doğrudan ve Yansıtıcı Yaklaşım

Doğrudan ve yansıtıcı yaklaşım bilimin doğasına ilişkin anlayışın geliştirilmesi sürecinin “ikincil bir yan ürün olmaktan çok planlanmış bir aktivite olması” gerektiği görüşünü savunmaktadır. Billeh ve Hasan’ın (1975) belirttiğine göre, bilimin doğası öğretiminde doğrudan yaklaşımı savunan araştırmacıların, doğrudan yaklaşıma göre, bilimin doğası öğretimine yönelik düzenlemiş oldukları öğretim yolları bulunmaktadır (Küçük, 2006). Bu öğretim yolları doğrudan yaklaşıma entegre edilmiş araştırma tabanlı aktiviteleri ve tarihsel veya felsefi örnekleri içermektedir (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000; Lederman, 2003).

Doğrudan-yansıtıcı yaklaşımın kullanılması sürecinde öğrencilerin bilim insanı, bilimsel bilgi ve bilimsel uygulamalar hakkında tartışmaları beklenmektedir (Kaya, 2005). Yapılan araştırmalar doğrudan-yansıtıcı yaklaşım kullanılarak işlenen derslerin, bilimin doğasına ilişkin anlayışları geliştirdiğini ortaya koymaktadır (Khishfe ve Abd-El Khalick, 2002).Bu bağlamda öğretmenler ve öğretim programlarını geliştiren kişilerin, bilimin doğasına yönelik niteliklerin öğretimini sağlayabilmeleri amacıyla, doğrudan yaklaşımı yansıtacak nitelikte girişimlerde bulunmaları beklenmektedir (Taber, 2008).

2.3.6.3.Tarihsel Yaklaşım

Bilimin doğası öğretiminde tarihsel yaklaşımın kullanılması, fen eğitimcilerinin çabalarıyla ilk olarak 1960’lı yıllardan itibaren literatüre girmiştir. Buna göre fen eğitimcilerinin çabası fen eğitiminin “içerik sınıflamasından” çok “keşif süreci” olarak nitelenmesini sağlamaktır. Bir başka deyişle, fen eğitimi bilimin nasıl çalıştığından çok, bilimsel iddiaların nasıl ispat edildiği ile ilgilenmektedir (Al Saidi, 2004).

Tarihsel yaklaşım, bilimin doğası anlayışının geliştirilmesi amacıyla, bilim tarihinin fen öğretimine entegre edilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Liseler için Bilimsel Örnek Olaylarının Tarihi (History of Science Cases for High Schools)

(HOSC) ve Harvard Fizik Projesi (The Harvard Project Physics) (HPP) bu yaklaşımı kullanmış olan iki program olarak bilinmektedir (Khishfe ve Abd-El Khalick, 2002).

Bilimin doğası anlayışının kazandırılmasında bilim tarihinin kullanılması, bilimin yıllar boyunca geçirdiği değişimi ve bilimsel bilginin üretilmesindeki tarihi süreci, değişik dönemlerdeki bilim insanlarının yaşamlarını, karşılaştıkları zorlukları ve değişik alanlardaki çalışmaları içermektedir. Tarihsel yaklaşım kullanılarak bilimin doğasının öğretilmesi, bilimin sadece günümüzdeki şekliyle değil, günümüze gelinceye kadar ki geçen süreçte bilimsel teorilerin, kanunların ve bilimsel yapının hangi aşamalardan geçtiğinin anlaşılması açısından da oldukça önemlidir (Metin, 2009). Ayrıca tarihsel yaklaşım, öğrencilerin bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmaları anlamalarını ve onlarla empati kurmalarına yardımcı olmakta, böylece öğrencilerin motivasyonlarının artmasına neden olmaktadır (Wieder, 2006).

Bilimin doğası öğretiminde bilim tarihinin kullanılması; bilimin kişisel bir uğraş olduğunun, etik, kültürel ve politik niteliklerinin olduğunun anlaşılmasına neden olmakta; böylece öğrenciler bilimsel konuları daha iyi anlamakta ve eleştirel düşünme becerisine sahip olmaktadır (Matthews, 1992). Ayrıca bilim tarihi öğretmenlerin bilimsel konuları daha gerçekçi bir ortamda öğretmesine, buna bağlı olarak öğrencilerin bilimin yapısını daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır (Matthews, 1992; Irwin, 2000; McKinney ve Michalovic, 2004; Rudge ve Howe, 2004).

Tarihsel yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkinliğini destekleyen yeterli veri bulunmamaktadır. HOSC ve HPP programlarının öğrencilerin bilimin doğasını anlamaları üzerindeki etkisinin değerlendirildiği; Klopfer ve Cooley (1963) ile Welch ve Walberg (1972) tarafından yürütülen iki farklı çalışmada tarihsel yaklaşımın etkili olmadığını ileri süren çelişkili ifadeler yer almaktadır (Küçük, 2006). Wieder'in (2006) yapmış olduğu araştırmada da tarihsel yaklaşımın zaman açısından etkili bir metot olduğu; ancak öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin yapmış oldukları ilişkilendirmeler konusunda yeterince öneme sahip olmadığı tespit edilmiştir.

2.3.7.Bilimin Doğası Hakkında Görüşleri Belirlemek İçin Kullanılan Ölçme Araçları

Öğrenci ve öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki kavramlarının gelişimi ve değerlendirilmesi konusu, yaklaşık olarak 40 yıldan fazla bir süredir fen eğitimcilerinin ilgisini çekmektedir. Buna rağmen geliştirilen araçların geçerliğine ve öğretmenlerin algılamalarına ilişkin çeşitli eleştiriler yıllardır gündemdedir. Bilimin doğasının değerlendirilmesi süreci, birkaç yüzyıldır eğitimsel araştırmaların yapısında süregelen değişimlerin yansımalarını içermektedir.

Bilimin doğası anlayışını ölçmek amacıyla ilk formal değerlendirme çabası 1960'lı yılların başında, fen eğitimi araştırmalarında da sıklıkla kullanılan, nicel ölçüm araçlarının kullanılmasıyla başlamıştır. 1980'lerin ortalarında, araştırmacılar, bilimin doğası hakkındaki algılamaları düzenlenmiş bir şekilde kolayca test edebilmek amacıyla farklı ölçüm araçları geliştirme çabasına girmişlerdir.

Çeşitli araçların geliştirilmesi ile birlikte, açık uçlu sorulardan oluşan farklı araçlar da geliştirilmeye başlanmıştır. Geliştirilen ölçeklerde ki temel amaç, kişilerin bilimin doğasına ilişkin inançlarını daha geniş bir şekilde ortaya koymak olarak nitelenmiştir. Bu alanda meydana gelen gelişmelerle birlikte, bilimin doğası hakkındaki görüşleri tespit etmek amacıyla, genellikle açık uçlu sorular ve görüşmeler kullanılmaya başlanmıştır. Ölçüm araçlarının birçoğu bilimin doğası hakkındaki belirli görüşleri ölçmeyi hedeflerken, birçoğu da bilimsel süreç becerileri ve bilime yönelik tutum gibi, bilimin doğası dışındaki farklı özellikleri ölçmeyi hedeflemektedir. Bilimin doğası hakkındaki görüşleri belirlemek amacıyla kullanılan ölçüm araçlarına Tablo 4'te ayrıntılı bir şekilde yer verilmektedir.

Tablo 4: Bilimin doğası hakkındaki görüşleri ölçmek için kullanılan ölçüm araçları

TARİH	ÖLÇME ARACI	ARAŞTIRMACI(LAR)
1954	Bilimsel Tutum Anketi Science Attitude Questionnaire	Wilson
1958	Bilim Hakkında Olgular Testi Facts About Science Test (FAST)	Stice

Tablo 4 (Devamı): Bilimin doğası hakkındaki görüşleri ölçmek için kullanılan ölçüm araçları

1961	Bilimi algılama testi Test on Understanding Science (TOUS)	Cooley & Klopfer
1962	Bilimsel Süreç Testi Processes of Science Test	BSCS
1966	Bilimsel Tutum, İlgi ve Değer Envanteri Inventory of Science Attitudes, Interests, and Appreciations	Swan
1967	Bilim Süreç Envanteri Science Process Inventory (SPI)	Welch
1967	Wisconsin Bilimsel Süreç Envanteri Wisconsin Inventory of Science Processes (WISP)	Scientific Literacy Research Center
1968	Bilimsel Destek (Yardım) Ölçeği Science Support Scale	Schwirian
1968	Bilimin doğası Ölçeği Nature of Science Scale (NOSS)	Kimball
1969	Bilimin Toplumsal Boyutları Testi Test on the Social Aspects of Science (TSAS)	Korth
1970	Bilimsel Tutum envanteri Science Attitude Inventory (SAI)	Moore & Sutman
1974	Bilim Envanteri- Science Inventory (SI)	Hungerford &Walding
1975	Bilimin Doğası Testi Nature of Science Test (NOST)	Billeh & Hasan
1975	Bilimsel Görüşler Testi- Views of Science Test (VOST)	Hillis
1976	Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği Nature of Scientific Knowledge Scale (NSKS)	Rubba
1978	Bilimle İlgili Tutumlar Testi Test of Science-Related Attitudes (TOSRA)	Fraser

Tablo 4 (Devamı): Bilimin doğası hakkındaki görüşleri ölçmek için kullanılan ölçüm araçları

1980	Araştırma Becerileri Testi Test of Enquiry Skills (TOES)	Fraser
1981	Bilimsel Teoriler Kavram Testi Conception of Scientific Theories Test (COST)	Cotham & Smith
1982	Bilimin Dili Language of Science (LOS)	Ogunniy
1987	Fen Teknoloji Toplum Görüşleri Views on Science-Technology-Society (VOSTS)	Aikenhead, Fleming, & Ryan
1990	Bilimin Doğası Hakkında Görüşler-A Formu Views of Nature of Science A (VNOS-A)	Lederman & O'Malley
1992	Düzenlenmiş Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği Modified Nature of Scientific Knowledge Scale	Meichtry
1995	Kritik Olaylar Critical Incidents	Nott & Wellington
1998	Bilimin Doğası Hakkında Görüşler-B Formu Views of Nature of Science B (VNOS-B)	Abd-El Khalick, Bell, & Lederman
2000	Bilimin Doğası Hakkında Görüşler-C Formu Views of Nature of Science C (VNOS-C)	Abd-El Khalick & Lederman
2002	Bilimin Doğası Hakkında Görüşler-D Formu Views of Nature of Science D (VNOS-D)	Lederman & Khishfe
2004	Bilimin Doğası Hakkında Görüşler-E Formu Views of Nature of Science E (VNOS-E)	Lederman

Mevcut ölçeklerin birçoğunun geçerliği sorgulanabilir niteliktedir çünkü ölçeklerdeki temel odak noktası bilimin doğasının kapsamı dışında yer almaktadır. Sözü geçen ölçekler; Bilimsel Tutum Anketi, Bilim Hakkında Olgular Testi, Bilimsel Tutum Ölçeği, Bilimsel Süreç Testi, Bilimsel Tutum, İlgi ve Değer Envanteri, Bilimsel Destek (Yardım) Ölçeği, Bilimin Toplumsal Boyutları Testi, Bilimsel Tutum envanteri, Bilim Envanteri, Bilimle İlgili Tutumlar Testi, Araştırma Becerileri Testi

ve Bilimin Dili şeklinde özetlenmektedir. Bunun dışında kalan ölçekler ise bilimin doğasına ilişkin bazı boyutları ölçmekte, ayrıca geçerlik ve güvenilirlik analizleri yapılmış ölçüm araçlarıdır. Düşük geçerliği olduğu düşünülen ölçüm araçlarının bazı özellikleri şu şekilde özetlenmektedir:

- Ölçeklerdeki birçok madde, bilim süreci içerisinde yer alan öğrenci yetenekleri ve becerilerine odaklanmaktadır.
- Ölçeklerdeki maddelerin birçoğu bilgiden çok, duyuşsal alanlara odaklanmaktadır.
- Ölçeklerdeki temel odak noktası, bilimsel bilginin gelişiminde epistemolojik özelliklere çok az veya hiç yer verilmemesidir (Lederman, 2007).

2.3.8. Bilimin Doğasına İlişkin Görüşlerin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Amacıyla Yapılan Araştırmalar

Bilimin doğasına ilişkin yapılan araştırmalar dört başlık altında incelenmektedir. Bu başlıklar (1)Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri (2)Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştirilmesi amacıyla hazırlanan programların geliştirilmesi, kullanılması ve değerlendirilmesi (3)Öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi (4)Öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin sahip oldukları anlayışlar ile sınıf uygulamaları arasındaki ilişkinin belirlenmesi şeklindedir (Lederman, 1992). Bu araştırmada, bilimin doğasına ilişkin anlayışların tespit edilerek geliştirilmesi amaçlandığı için, yalnızca ilgili alana ilişkin yapılan araştırmalara, örneklem farkı gözetilmeksizin, yer verilmiştir.

2.3.8.1. Uluslararası Literatürde Yapılan Araştırmalar

Bilimin doğasına ilişkin yapılan araştırmalara uluslararası literatürde oldukça fazla yer verilmektedir (Ryder, Leach, Driver, 1999; Mueller ve Wavering, 1999; Halai, 2002; Keske, 2002; Lutz, 2002; Reeves, 2002; Stockton, 2002; Dickerson, 2003; Kenyon, 2003; Liu, 2003; Ochanji, 2003; Abd-ElKhalick ve Akerson, 2004; Hanuscin, 2004; Howe, 2004; İrez, 2004; Lagnado, 2004; Schwartz, Lederman, Crawford, 2004; Şeker, 2004; Bricker, 2005; Fazio, 2005; Reveles, 2005; Schuster, 2005; Schwartz, 2005; Yalvaç, 2005; Friedman, 2006; Dotger, 2006; Karakaş, 2006;

Koehler, 2006; Larson, 2006; Philips, 2006; Southerland, Johnston ve Sowell, 2006; Trumbulla, Scaranob ve Bonney, 2006; Howe, 2007; Nadelson, 2007; Peters, 2007; Philpot, 2007; Reeves, Chessin, ve Chambless, 2007; Richwine, 2007; Alshamrani, 2008; Bloom, 2008; Decoito, 2008; Butler, 2009; Çolak, 2009; Kattoula, Verma ve Hansen, 2009; Logerwell, 2009; Schrauth, 2009; Tira, 2009; Walls, 2009; Çepni ve Çil, 2010; Muğaloğlu ve Bayram, 2010; Nuangchalem, 2010). Yapılan araştırmalar bilimin doğasına ilişkin pek çok başlığı içermektedir. Bu bölümde bilimin doğası anlayışının belirlenmesi ve geliştirilmesi amacıyla yapılan araştırmalara yer verilmiştir.

Dawkins ve Vitale (1999) bilimin doğası öğretimi için, biyolojide tarihsel materyallerin kullanımını konu alan bir araştırma yapmışlardır. Araştırmaya, biyolojide tarihsel materyallerin nasıl kullanılacağını sekiz gün süreli bir eğitim sonrasında öğrenmiş olan, lise öğretmenleri katılmıştır. Araştırma verileri nicel ve nitel yöntemler kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; çalışmaya katılan ve derslerinde tarihsel materyalleri kullanan öğretmenlerin, bilimin doğasına ilişkin kişisel algılamalarının geliştiği tespit edilmiştir.

Lederman'ın (1999) yapmış olduğu araştırmada; öğretmenlerin bilimin doğasını anlama düzeyleri ile sınıf uygulamaları arasındaki ilişkinin; ayrıca bu ilişkiyi güçlendiren veya zorlaştıran faktörlerin neler olduğunun tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada 2-15 yıl arasında deneyime sahip olan beş öğretmen ile çalışılmıştır. Araştırma verileri; sınıf gözlemleri, açık-uçlu sorulardan oluşan anket, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmış mülakatlar, ders planları ve materyalleri toplanarak elde edilmiştir. Ayrıca öğretmenlerin sınıflarındaki öğrencilerle de mülakat yapılarak, bilimin doğasını anlama düzeyleri tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmenlerin sahip olduğu bilimin doğası anlayışının, sınıf uygulamalarını önemli ölçüde etkilemediği tespit edilmiştir.

Abd-El Khalick, Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada; bilim tarihi kursuna katılan aday öğretmenlerin ve lise öğrencilerinin, bilimsel bilginin doğasına

ilişkin anlayışlarına olan etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 166 öğretmen adayı ve 15 fen öğretmeni katılmıştır. Araştırma verileri açık uçlu sorulardan oluşan bir anket ve görüşme yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, uygulama öncesinde katılımcıların bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğunu ortaya koyarken; uygulama sonrasında da mevcut görüşlerde herhangi bir gelişme olmadığını ortaya koymaktadır.

Bell, Lederman ve Abd-El Khalick'in (2000) yapmış olduğu araştırmada; aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin sınıf uygulamalarına yansımaya neden olan faktörlerin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma verileri, on üç katılımcının, araştırmacılar tarafından hazırlanmış açık-uçlu sorulara vermiş oldukları cevaplar, günlük ders planları, video kayıtları ve portfolyo kullanılarak toplanmış ve bilimin doğasına eğitime yönelik doğrudan kanıtlar aranmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; katılımcılar, önceki çalışmaların aksine, bilimin doğasına ilişkin bazı kavramları yeterli bir şekilde açıklayabilmiş; ancak bilimin doğası ve bilimsel süreçleri bir araya getirememişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra, bazı katılımcılar bilimin doğasına ilişkin bazı kavramlara eğitim sürecinde doğrudan yer vermişlerdir.

Irwin'in (2000) yapmış olduğu araştırmada; tarihsel bakış açısının bilimin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde nasıl kullanılabileceği incelemiştir. Araştırmada, bilimsel bilginin doğasını öğrenmenin konu alanını öğrenmek kadar önemli olduğu üzerine odaklanılmıştır. Araştırmada atom teorisinin gelişimi, atom ve periyodik tablonun ortaya çıkarılmasındaki tarihsel olaylar ile bilimsel bilginin oluşumunda yaratıcılığın ve hayal gücünün etkisi açıklanarak bilimin doğasının öğrencilere kavratılması amaçlanmıştır. Araştırmaya; yetenek ve bilimsel bilgi açısından eşit seviyede olan 14 yaşındaki iki farklı öğrenci grubu katılmıştır. İlk gruptaki öğrencilere atom ve periyodik tablo konusu tarihsel materyaller kullanılarak; ikinci gruptaki öğrencilere ise tarihsel olaylara açıklanmaksızın konu aynı bilimsel içerikte verilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre tarihsel materyallerin kullanıldığı grup öğrencilerinin bilimsel bilginin nasıl geliştiği hakkında önemli

bilgiler kazandıkları, yaratıcılık ve hayal gücünün teorilerin oluşumundaki etkisini; bilimsel bilginin, prensiplerin ve olguların toplamı olmadığını, bütün bilimsel bilgilerin sorgulanmaya açık olduğunu ve bazılarının daha fazla tartışılabilir olduğunu; bilimsel bilgilerde meydana gelebilecek ilerlemelerin teknoloji ve deneylerdeki ilerlemelere ilişkili olduğunu kavradıkları tespit edilmiştir.

Wang'ın (2001) yapmış olduğu araştırmada; yapılandırmacı öğretim yaklaşımının sınıf uygulamalarında kullanılmasının, bilimin doğasına ilişkin görüşlere etkisi ve sınıf uygulamalarına olan yansımaları incelenmiştir. Araştırmaya on fen bilgisi öğretmeni katılmış ve öğretmenler bu süreçte birçok eğitim kursuna katılmışlardır. Kurs sürecinde öğretmenlere, bilimin doğasına ilişkin boyutlar çeşitli aktiviteler ve bilim tarihi kullanılarak doğrudan öğretilmiştir. Kursun ardından öğretmenlerden sınıflarında yapılandırmacı öğretim yaklaşımını uygulamaları istenmiştir. Öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri, ön ve son test olarak uygulanan açık-uçlu anket yardımıyla toplanmış; ayrıca bu süreçte öğretmenlerin sınıf içi uygulamaları kaydedilmiş ve ders planları toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmenlerin uygulama öncesinde bilimin doğasına ilişkin bazı özellikler konusunda yeterli görüşler ortaya koydukları ancak, feni biliminin doğasına uygun bir şekilde nasıl öğretebilecekleri konusunda sorun yaşadıkları tespit edilmiştir. Uygulamadan sonra ise öğretmenlerin bilimin doğası ve yapılandırmacı öğretim yaklaşımı arasındaki ilişkiyi kurabildikleri tespit edilmiştir.

Abd-El Khalick'in (2002) yapmış olduğu araştırmada, bilim felsefesi kursuna katılan ikinci kademe aday fen bilgisi öğretmenlerinin; bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin, bilimin doğası öğretimine ilişkin algılamalarının, bilimin doğasına ilişkin eğitimsel planlama becerilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri çalışma süresince toplanmıştır. Araştırmaya otuz iki öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmaya katılan öğretmen adayları, iki yıl süren lisans-yüksek lisans eğitimi programı kapsamında düzenlenen bir programa iki semestr süresince katılmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, bilim felsefesi kursunun katılımcıların bilimin doğası anlayışları geliştirdiği tespit edilmiştir.

Liu ve Lederman'ın (2002) yapmış oldukları araştırmada; Tayvan'da yaşayan üstün yetenekli 29 yedinci sınıf öğrencisinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin belirlenmesi ve doğrudan öğretim yaklaşımına göre düzenlenen çeşitli aktivitelerle geliştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya katılan öğrenciler bir haftalık bilim kampına katılmışlar ve bilimsel araştırma ile bilimin doğası eğitimine tabi tutulmuşlardır. Araştırma verileri, bilimin doğası anketi kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin bilimsel bilginin değişebilir, nesnel, deneysel, sosyal ve kültürel doğasına ilişkin algılamalarının temel düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının, önemli ölçüde farklılaşmadığı tespit edilmiştir.

Schwartz, Lederman, Khishfe, Lederman, Matthews ve Liu'nun (2002) yapmış oldukları araştırmada; proje ICAN'de (Inquiry, context and nature of science) yapılan çalışmaların öğrenci başarısına olan etkisi incelenmiştir. Proje ICAN, öğrencilerin bilimin doğası ve bilimsel araştırmaya ilişkin anlayışlarının geliştirilebilmesi, mevcut fen program kapsamında bilimsel araştırma hazırlayabilmeleri için; ilköğretim ve ortaöğretimde görev yapan fen öğretmenlerinin bilgilerinin ve eğitimsel becerilerinin geliştirilmesini hedeflemektedir. Araştırma kapsamında öğretmenlere birer hafta bilimin doğası, bilimsel araştırma ve bilimin doğasının öğretiminde doğrudan aktivitelerin kullanımı konulu eğitim verilmiştir. Alınan eğitimin ardında öğretmenler mevcut bilgilerinin uygulamışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin mevcut bilgilerinde artış olduğu tespit edilmiştir.

Rivas'ın (2003) yapmış olduğu araştırmada; aday ilköğretim öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin doğrudan yaklaşım kullanılarak geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada; aktiviteler, yansıtıcı yazılar, bilimsel hikâyeler gibi pek çok farklı uygulama yapılmıştır. Araştırmada; aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının geliştirilmesi amacıyla ne tip fırsatlar sunulduğunun; yapılan çalışma sonrasında aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin algılamalarında ne gibi değişiklikler olduğunun ve aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin algılamalarının sınıf uygulamalarına nasıl yansıtıktıklarının tespit

edilmesi de amaçlanmıştır. Araştırmanın başında öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin yetersiz görüşler ortaya koydukları; araştırmanın sonunda ise bilimin doğasına ilişkin görüşlerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir.

Thye ve Kwen'in (2003) yapmış olduğu araştırmada; yüksek lisans eğitimi alan aday kimya öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri VNOS ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri yeterli, yetersiz ve belirsiz olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; aday öğretmenlerin büyük bir çoğunluğu bilimin doğasına ilişkin yetersiz görüşler ortaya koydukları tespit edilmiştir.

Wilson'ın (2003) yapmış olduğu araştırmada; doğrudan yaklaşıma göre tasarlanmış bilimsel araştırma projesine katılan fen öğretmenlerinin, bilimsel araştırma ve bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin nasıl değiştiğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. "Çift yıldız" projesinde fen öğretmenlerinin, astronomik araştırma yaparak deneyim sağlanması amaçlanmıştır. Araştırmada bilimsel araştırma takımıyla çalışmanın, fen bilgisi öğretmenlerinin bilimsel araştırma ve bilimin doğasına ilişkin görüşlerine ne gibi etkilerinin olduğunun ve takım çalışması yapmanın fen öğretmenlerinde ne gibi etkiler oluşturduğunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri mülakatlar, bilimin doğası ve bilimsel araştırmayla ilgili yöneltilen açık-uçlu sorulara verilen cevaplar, yansıtıcı sorulara verilen cevaplar, katılımcılardan toplanan dokümanlar ve araştırmacı tarafından yapılan gözlemler yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; katılımcıların bilimsel araştırma ve bilimin doğasına ilişkin görüşlerinde değişim olduğu tespit edilmiştir.

Abd-El Khalick'in (2005) yapmış olduğu araştırmada; bilim felsefesi kursunun, öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine, bilimin doğasına ilişkin eğitimsel planlamaya ve bilimin doğası öğretimine yönelik görüşlere olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmaya lisans ve yüksek lisans yapan elli altı fen öğretmeni katılmıştır. Araştırma sürecinde öğretmenler doğrudan, yansıtıcı bilimin doğası eğitimi aldıkları iki ayrı kursa ardı ardına katılmışlardır. Ayrıca katılımcı on

öğretmen bu kursların yanı sıra bilim felsefesi kursuna da katılmışlardır. Araştırma verileri, uygulama öncesi ve sonrasında olmak üzere, VNOS-C ölçeği ve bireysel mülakatlar yardımıyla toplanmıştır. Ayrıca katılımcıların ders planları ve bilimin doğasına ilişkin yansıtıcı yazıları da toplanmış ve bilim felsefesi kursunun eğitimsel planlama ile bilimin doğasının öğretimine yönelik görüşlere olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; bilim felsefesi kursu alan katılımcıların bilimin doğasına ilişkin daha doğru anlayışlara sahip oldukları; ayrıca katılımcıların bilimin doğası öğretimi için doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ders planı hazırlayabildikleri belirlenmiştir.

Kang, Scharman ve Noh'un (2005) yapmış oldukları araştırmada; 1702 Koreli 6. 8. ve 10 sınıf öğrencisinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri, geniş kapsamlı bir anketle incelenmiştir. Araştırma verileri çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir anket kullanılarak toplanmış ve öğrencilerin bilimsel teorilerin tanımına, modellerin doğasına, teorilerin kesinliğine ve kökenine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ankette her sorudan sonra, varsa, öğrencilerin farklı görüşlerini belirtebilmeleri için açık uçlu bir seçenek bırakılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Koreli öğrencilerin çoğunun bilimin doğasıyla ilgili bütüncül/deneyselsel bir görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Bununla birlikte; 6. 8. ve 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşleri arasında herhangi bir fark bulunamamıştır.

Mumba'nın (2005) yapmış olduğu araştırmada; lisans ve yüksek lisans öğrenimi gören fen ve matematik öğrencilerinin, bilimin doğasına ilişkin algılarının ve bilimin doğasına ilişkin bilgilerindeki değişimin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada aynı zamanda, bilimin doğasına ilişkin algılamayı kolaylaştıran veya zorlaştıran etkenlerin de tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada; doğrudan öğretim yaklaşımı kullanılmış ve öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ön ve son test olarak uygulanan anketler, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı yazılar yardımıyla tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre katılımcıların önemli bir bölümü, bilimin doğasına ilişkin algılamalarında önemli derecede gelişme göstermişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre yüksek lisans

öğrencileri, lisans öğrencilerine göre daha fazla gelişmiş görüşler ortaya koymuşlardır. Ayrıca araştırmada matematik öğrencilerinin, fen öğrencilerine göre daha gelişmiş fikirler ortaya attıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra araştırmada; doğrudan eğitimin, doğrudan yansıtıcı eğitimin, grup tartışmalarının, bilimin doğasına yönelik ilginin bilimin doğasına ilişkin algılamayı kolaylaştırdığı; eğitime yönelik olumsuz tutum geliştirmenin ve kısa süreli eğitimin bilimin doğasına ilişkin algılamayı zorlaştırdığı tespit edilmiştir.

Scharmman, Smith, Jamesve Jensen'in (2005) yapmış oldukları araştırmada, hem konu alanının hem de filozoflar tarafından yapılan çalışmaların bir arada aktarılmasının hedeflendiği doğrudan öğretim tasarımının, bilimin doğasının öğrenilmesi olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmaya katılan, ikinci kademe aday fen öğretmenleri, "Fen öğretiminde laboratuvar teknikleri" konulu bir kursa katılmış ve bu süreçte 5E modeline göre düzenlenmiş bir öğretim tasarımına göre kursu sürdürmüşlerdir. Araştırma verileri yansıtıcı yazılar, sınıf tartışmaları sürecinde alınan kayıtlar, sınıf aktiviteleri ve uygulama sonrasında toplanan yansıtıcı metinlerle toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, öğretmen adaylarının mevcut görüşlerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Khishfe ve Lederman'ın (2006) yapmış oldukları araştırmada; doğrudan öğretim yaklaşımına göre hazırlanmış iki farklı öğretim tasarımının, bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlere olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 9.sınıfta okumakta olan 42 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya katılan birinci grup öğrencileri, küresel ısınma konusunu temel alacak şekilde bilimin doğası öğretimini gerçekleştirirken; ikinci gruptaki öğrencilerse müfredattan bağımsız bir şekilde uygulanan aktiviteleri kullanarak bilimin doğası öğretimini gerçekleştirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, birinci gruptaki öğrencilerin, bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yetersizden gelişmişe doğru değiştiğini; ikinci gruptaki öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerininse tanımlanamayandan yeterliye doğru geliştiğini göstermektedir. Ayrıca araştırmadan elde edilen sonuç, uygulanan öğretim tasarımlarının, birinin diğerinden daha yeterli olmadığını; her iki tasarımında bilimin doğasına ilişkin görüşler üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Kim'in (2006) yapmış olduğu araştırmada; yedinci sınıf öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri ve fotosentez konusundaki kavramlarını geliştirmek için, yansıtıcı bilimin doğası sorularının kullanılmasının etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya bir öğretmen ve bu öğretmenin öğrencileri olan iki yedinci sınıf katılmıştır. Araştırmaya katılan gruplar, deney ve kontrol grupları olarak rastgele ikiye ayrılmıştır. Uygulama bir dönem sürmüş ve üç aşamada yapılmıştır. Araştırmanın ilk evresi yedi hafta sürmüş ve bu süreçte araştırma becerilerinin kazandırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın ikinci ve üçüncü aşamasında öğrencilerden bilimin doğasıyla entegre edilmiş bir araştırma planlamışlardır. Araştırmanın ikinci aşaması dört hafta sürmüş ve bu süreçte öğrencilere doğrudan-yansıtıcı bir şekilde bilimin doğasına ilişkin kavramlardan değişebilirlik, nesnellik, deneysellik ve gözlem yapma-sonuç çıkarma gibi ifadeler öğretilmiştir. Araştırma verileri; açık uçlu sorulardan oluşan bilimin doğası anketi ve mülakatlar yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; deney grubunda uygulanan öğretimin bilimin doğasına ilişkin kavramların öğrenilmesinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Khishfe ve Lederman'ın (2007) yapmış oldukları araştırmada; farklı disiplinlerdeki öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin ve doğrudan öğretim yaklaşımı temel alınarak düzenlenmiş olan iki farklı eğitim tasarımıının, bilimin doğası anlayışı üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 3 öğretmen ve bu öğretmenlerin okutmakta olduğu 89 dokuzuncu ve 40 onuncu ve on birinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada yürütölen eğitim 5-6 hafta arasında sürmüş ve bu süreçte öğrencilere hem konu içeriği hem de bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Araştırmaya katılan birinci grup öğrencileri bilimin doğasına ilişkin kavramları konulara entegre edilmiş bir şekilde öğrenirken; ikinci gruptaki öğrencilerinse konudan bağımsız bir şekilde, bilimin doğasına ilişkin kavramları öğrenmişlerdir. Araştırma verileri açık uçlu sorulardan oluşan bir anket ve görüşme yöntemi kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre uygulanan öğretim tasarımlarının bilimin doğasını öğrenmede, birinin diğerine göre daha etkili olmadığını ortaya koymaktadır.

Akçay'ın (2007) yapmış olduğu araştırmada; bilim tarihi konulu dersin, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğası kavramlarını anlama düzeylerine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya katılan öğrenciler; yalnızca bilim tarihi dersine katılanlar ve hem bilim tarihi hem de bilim felsefesi dersine katılanlar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Araştırmaya yirmi iki öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma verileri; ön ve son test olarak uygulanan VNOS-C ölçeği, yansıtıcı yazılar ve ders planları yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; bilimin doğasına ilişkin kavramların doğrudan bir şekilde öğretilmesinin, bilimin doğasına ilişkin anlayışın ilerlemesinde daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmadan elde edilen sonuçlar, bilim tarihinin, bilimin doğasına ilişkin anlayışın gelişmesine yardımcı olduğunu göstermiştir.

Kattoula'nın (2008) yapmış olduğu araştırmada; aday fen bilgisi öğretmenlerinin, üniversite düzeyindeki fizik ünitelerinden biri olan dalga konusu işlenirken, bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin nasıl değiştiği ve geliştiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma dört aday öğretmenin katıldığı bir durum çalışması olup, nitel çalışma metodu kullanılmıştır. Katılımcıların bilimin doğasına ilişkin görüşleriyle ilgili veriler; dalgalar konusu öncesi ve sonrasında uygulanan bilimin doğası hakkında görüşler ölçeği, bilimsel araştırma görüşleri-fizik ölçeği ve yarı-yapılandırılmış görüşler ölçeği yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; uygulama öncesinde öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğu; uygulama sonrasında ise öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinde, gelişmişe doğru kavramsal bir değişim olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar; deney yapma ve kavram haritası yapma gibi, özel aktivitelerle yürütülen doğrudan eğitimin, öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarında yetersizden gelişmişe doğru bir değişime neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Wahbeh'ın (2009) yapmış olduğu araştırmada; ilköğretim ve lise düzeyinde görev yapan fen öğretmenlerinin, kavramsal değişim yaklaşımıyla birleştirilmiş doğrudan-yansıtıcı öğretim yaklaşımının, bilimin doğası anlayışlarına yönelik etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Araştırmada öğretmenlerin, bilimin doğasına ilişkin

anlayışlarının tespit edilmesi ve bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının sınıf uygulamalarına yansması da incelenmiştir. Araştırmada öncelikli olarak doğrudan öğretim yaklaşımını temel alacak nitelikte düzenlenmiş olan aktiviteler; sonrasında ise farklı alanlardan tarihsel materyaller uygulanarak eğitim sürdürülmüştür. Araştırma altı hafta sürmüş ve araştırmaya on dokuz öğretmen katılmıştır. Araştırma verileri eğitim öncesi ve sonrasında uygulanan VNOS-C ölçeği ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmenlerin bilimsel bilginin yaratıcı doğası, değişebilir doğası ve sosyal-kültürel doğasına ilişkin görüşlerinde gelişme olduğu tespit edilmiştir.

Çolak'ın (2009) yapmış olduğu araştırmada; ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarının geliştirilmesi amacıyla uygulanan eğitimin etkisinin, epistemolojik inançlar ölçeğindeki; bilginin kaynağı, bilginin kesinliği, bilginin gelişmesi ve bilginin kabul edilmesi gibi dört boyutla birlikte tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde, doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ve araştırma tabanlı fen aktiviteleri uygulanmıştır. Araştırma verileri; VNOS-D ölçeği, bireysel mülakatlar, epistemolojik inanç ölçeği ve video kayıtları yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğrencilerin özellikle gözlem-sonuç çıkarma ve bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin görüşlerinde değişim olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca doğrudan-yansıtıcı öğretim yaklaşımının öğrencilerin epistemolojik inançlarının da önemli ölçüde değişmesine neden olduğu; ayrıca öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ile kişisel epistemolojik inançları arasında kuvvetli bir ilişki olduğu, bilimin doğası anlayışlarının gelişmesiyle birlikte kişisel epistemolojik inançların da geliştiği tespit edilmiştir.

Tira'nın (2009) yapmış olduğu araştırmada; dört farklı alandan Taylandlı bilim insanlarının bilimin doğasını nasıl anladıklarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya kimya, fizik, biyoloji ve jeoloji olmak üzere dört farklı alandan on altı bilim insanı katılmış; katılımcılar uzman ve uzman olmayan olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Bilim insanlarının, bilimin doğası hakkındaki görüşleri, gruplar arasında ve grup içerisinde değerlendirilmiştir. Araştırma verileri bilimin doğası hakkında görüşler ölçeğinin bilim insanı versiyonu (VNOS-Sci), katılımcıların

bilimle ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen bilgi yaprakları ve görüşme yapılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; bilim insanlarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin gelişmiş ve gelişmemiş arasında değiştiği tespit edilmiştir. Araştırmada; birçok bilim insanının, bilimsel bilginin değişebilir doğası, sosyal-kültürel doğası ile bilimsel teoriler ve kanunlar arasındaki ilişki konusunda yetersiz görüşlere sahip oldukları da belirlenmiştir.

2.3.8.2. Ulusal Literatürde Yapılan Araştırmalar

Ülkemizde bilimin doğasına ilişkin yapılan araştırmalara son yıllarda sıklıkla rastlanmaktadır (Gürel, 2002; Oyman, 2002; Taşar, 2002; Taşar, 2003; Gürses, Doğar, Yalçın, Mavi, 2004; Kahyaoğlu, 2004; Muğaloğlu, 2006; İrez, 2006(a); Öztuna Kaplan, 2006; Özdemir, 2007; Yücel, 2009; Aslan, 2009; Karakaş, 2009; Köksal, 2009; Köksal, 2010; Çavuş, 2010; Erenoğlu, 2010; Hacıeminoğlu, 2010; Özgenel, 2010; Turgut Ustaoglu, 2010). Yapılan araştırmalar bilimin doğasına ilişkin farklı başlıkları içermekle birlikte, bilimin doğası anlayışının tespit edilmesi ve geliştirilmesi yönünde yapılan araştırmalara da literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. Bu bölümde bilimin doğası anlayışının tespit edilmesi ve geliştirilmesi amacıyla yapılan araştırmalara, örneklem farkı gözetmeksizin, yer verilmiştir.

Macaroğlu, Taşar ve Çataloğlu'nun (1998) yapmış olduğu araştırmada; aday ilköğretim öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada iki bölümden oluşan bir anket kullanılmıştır. Anketin ilk bölümünü Lunetta ve Koul (1996) tarafından geliştirilen ve öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin unsurları öğretim sürecine nasıl yansıttıklarını belirlemek amacıyla hazırlanan beş soru; ikinci bölümünü ise Taylor ve Frases'in (1997) yapmış oldukları çalışmada kullandıkları, bilim hakkında görüşler ve okul bilim anketi (BASSSQ) oluşturmaktadır. Araştırma, Marmara Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde 96-97 güz döneminde yapılmış ve araştırmaya gönüllü olarak yirmi bir öğretmen adayı katılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adaylarını bilimsel bilginin nesnelligi ve bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin görüşlerinde çelişkilerin olduğu tespit edilmiştir.

Oyman'ın (2002) yapmış olduğu araştırmada; ilköğretim fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin cinsiyet ve mezun olunan üniversiteye göre değişimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya Kartal bölgesindeki kırk ilköğretim okulundan doksan dokuz fen öğretmenini katılmıştır. Araştırma verileri araştırmacı tarafından geliştirilen bir anket yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler açık kodlama yapılarak analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin cinsiyet ve mezun olunan okula göre değişmediği tespit edilmiştir.

Doğan Bora'nın (2005) yapmış olduğu araştırmada; Türkiye'deki fizik, kimya, biyoloji öğretmenleri ve lise 10. sınıf matematik-fen branşı öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki bakış açılarının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya Türkiye'nin yedi coğrafik bölgesinden seçilen yirmi bir ildeki Yabancı Dil Ağırlıklı Lise, Fen Lisesi ve Anadolu Lisesinden toplam 1994 öğrenci ve 362 öğretmen katılmıştır. Araştırma verileri; Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen, "Fen'in Doğası Hakkındaki Görüşler" (VOSTS) anketi kullanılarak; ayrıca dokuz öğretmen ve on öğrenci ile bilimin doğası hakkında görüşlerin detaylı bir şekilde analiz edilebilmesi için yapılan görüşmelerle toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğası konusunda birçok kavram yanılgısına sahip oldukları; katılımcıların bilimsel gözlemler; sınıflandırma tekniklerinin doğası; bilimsel bilginin değişebilirliği ve sebep-sonuç ilişkileri gibi konularda çağdaş (gerçekçi) görüşlere sahip oldukları; buna karşın bilimin tanımı, bilimsel modellerin doğası, hipotezler, teoriler ve kanunlar arasındaki ilişkiler, bilimsel yöntem, bilimin temel varsayımları, bilimsel bilginin epistemolojik durumu ve disiplinler arasındaki ilişkiler hakkında geleneksel görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Gürses, Doğan ve Yalçın'ın (2005) yapmış oldukları araştırmada; Kimya ve Sınıf Öğretmenliği öğrencilerinin bilim ve bilimin doğası ile ilgili düşüncelerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Kimya Öğretmenliği üçüncü sınıfında okuyan otuz yedi ve Erzincan Eğitim Fakültesi sınıf öğretmenliğinde okuyan yetmiş sekiz öğrenci katılmıştır. Araştırma verileri bilimsel

teori, teorilerin doğası ve doğa kanunu ile ilgili soruların yöneltildiği ve açık uçlu sorulardan oluşan materyal kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; katılımcılar teorik ve ampirik kavramları arasında ayırım yapmamakta ve teorilerin değişebilir, kanunların ise değişmez olduğunu düşünmektedirler. Buna göre araştırmada öğrencilerin teori-kanun ilişkisi ve ispat yapma gibi konularda yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir.

Kaya'nın (2005) yapmış olduğu araştırmada; ilköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin maddenin tanecikli, hareketli ve boşluklu yapısıyla ilgili başarılarına ve bilimin doğasıyla ilgili kavramları anlamalarına geleneksel öğretim yöntemine kıyasla tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımının etkisi araştırılmıştır. Araştırma 2004-2005 eğitim-öğretim yılı birinci döneminde Ankara ili Çankaya ilçesindeki bir ilköğretim okulundan seçilen doksan üç, 7. ve 8. sınıf öğrencisiyle yürütülmüş ve araştırmada ön test-son test kontrol gruplu deneysel tasarım kullanılmıştır. Araştırma haftada dört ders saati olmak üzere, yaklaşık olarak iki ay sürmüştür; bu süreçte kontrol grubundaki dersler geleneksel yaklaşımla, deney grubundaki dersler ise tartışma teorisine dayalı aktivitelerle yürütülmüştür. Araştırma verileri uygulamanın başında uygulanan ön bilgi testi, başarı testi ve bilimin doğasıyla ilgili görüş anketi yardımıyla toplanmıştır. Başarı testi ve bilimin doğasıyla ilgili görüş anketi uygulama sonrasında tekrar uygulanmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilere ön ve son test olarak tartışmacı anketi uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin hem akademik başarılarının hem de bilimin doğası ile ilgili kavramları anlama düzeylerinin kontrol grubu öğrencilerinden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmada fen konularındaki başarı ile bilimin doğası hakkındaki görüşler arasında anlamlı ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Uygulama öncesi yapılan mülakatlarda öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin kavramlarının yetersiz olduğu; uygulama sonrasında ise deney grubundaki öğrencilerin, kontrol grubuna kıyasla bilimin doğasına ilişkin kavramları anlamalarında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

Kılıç, Sungur, Çakıroğlu ve Tekkaya'nın (2005) yapmış olduğu araştırmada: lise 1 öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını nasıl algıladıkları ve bu bilginin cinsiyete ve

okul türüne bağılı olarak değişip değişmediği araştırılmıştır. Araştırmaya dört farklı okul türünden (devlet lisesi, Anadolu lisesi, meslek lisesi ve süper lise) 575 ğrenci katılmış ve araştırma verileri “Bilimsel Bilginin Doğası leği” kullanılarak toplanmıştır. Elde edilen veriler çoklu varyans analizi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; katılımcıların büyük bir kısmının bilimsel bilginin doğası hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığı tespit edilmiş; ayrıca öğrencilerin bilimsel bilginin doğası algılamasının cinsiyete ve okul türüne bağılı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Turgut’un (2005) yapmış olduğu araştırmada; yapılandırmacı ğretim tasarımı uygulamasının fen bilgisi ğretmen adaylarının, bilimsel okuryazarlık yeterliklerinden, bilimin doğası ve bilim-teknoloji-toplum ilişkisi boyutlarının gelişiminde geleneksel ğretim tasarımı uygulamasından daha etkili olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi ğretmenliği Ana Bilim Dalı’nda öğrenim görmekte olan son sınıf öğrencileri ile fen-teknoloji-toplum dersinde bir dönem süresince yürütülmüştür. Araştırmada n test-son test kontrol gruplu deneme modeli kullanılmış ve araştırma verileri hem nitel hem de nicel veri toplama teknikleri kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar temel bilimsel okuryazarlık testinden elde edilen verilerin nicel analizi ve açık uçlu sorulardan oluşan bilimin doğası anketi ile bilim-teknoloji-tolum anketinden elde edilen verilerin nitel olarak analiz edilmesi ile toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, öğrenciler yapılandırmacı ğretim tasarımı uygulaması ile birlikte, bilimin değer bağımlı olduğu, aynı kanıtların farklı yorumlanabileceği, yaratıcılık ve hayal gücünün bilimsel süreçlerin tümünde önemli olduğu, bilimsel sınıflamaların yapaylığı yönünde görüşler ortaya koyarak bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirmişlerdir. Ayrıca ğrenciler, teorilerin kanunlara dönüşebileceği, teorilerin doğrudan sunulabileceği ve bilimsel modellerin gerçeğin kopyası olduğu yönündeki naif düşünceleri yeniden yapılandırarak, ağdaş bilim anlayışına uyumlu görüşler ortaya koymuşlardır.

Çelik ve Bayrakçeken'in (2006) yapmış oldukları araştırmada; aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin ve bilimsel araştırmayla birleştirilmiş “fen, teknoloji ve toplum” kursunun bu görüşler üzerine olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri, uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmak suretiyle, on üç sorudan oluşan bir ölçek kullanılarak toplanmış ve araştırmaya “fen, teknoloji ve toplum” kursuna katılan 212 öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma bir dönem sürmüştür ve öğrenciler, doğrudan yaklaşıma göre düzenlenmiş bilimin doğası eğitimiyle birleştirilmiş olan bilimsel araştırma eğitimine katılmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, araştırmanın başında katılımcıların bilimin doğasına ilişkin geleneksel görüşler ortaya koydukları; sonunda ise katılımcıların mevcut görüşlerinde önemli değişiklikler olduğu tespit edilmiştir.

İrez'in (2006)(b) yapmış olduğu araştırmada; Türkiye’de gerçekleşen öğretmen eğitimi reformu sonrasında, fen öğretmeni eğitimcilerinin, bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya on beş eğitimci katılmıştır. Araştırma verileri, nitel bir yaklaşımla toplanmış ve bu amaçla katılımcılarla iki ayrı zamanda görüşme yapılmış, ayrıca konuya ilişkin zihin haritaları hazırlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; katılımcıların büyük bir çoğunluğunun, özellikle bilimsel metod ve bilimsel bilginin değişebilirliği gibi, bilimin doğası boyutlarında yetersiz kavramlara sahip olduğu tespit edilmiştir.

Ayar'ın (2007) yapmış olduğu araştırmada; fen-teknoloji-toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi incelenmiştir. Araştırmaya Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı’nda okuyan yüz on iki, 4. sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırma verileri; “Fen Bilgisi Öğretimi Tutum Ölçeği-II”, “Bilimsel Süreç Becerileri Ölçeği” ve “Değerler Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır. Bununla birlikte, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini yordamada etkili olabileceği düşünülen fen dersleri not ortalamaları, eğitim dersleri not ortalamaları, genel not ortalamaları ve fen-teknoloji-toplum dersine ait ders başarı notları da temin edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; fen-teknoloji-toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisinin olmadığı; ayrıca bilimsel süreç

becerilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerin açıklanmasında bir yordayıcı olmadığı tespit edilmiştir.

Kaya'nın (2007) yapmış olduğu araştırmada; bilim tarihi destekli öğretimin öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı dördüncü sınıf ikinci öğretimde okuyan otuz iki öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmada bilimin doğası anlayışını kazandırmaya yönelik, doğrudan yaklaşımı temel alan, bilim tarihi destekli model dersler oluşturulmuş ve "Öğretmenlik Uygulaması" dersinde haftada iki saat olmak üzere beş hafta uygulanmıştır. Araştırma verileri model dersler öncesi ve sonrasında uygulanan VOSTS ölçeğinden elde edilen veriler ve uygulama öncesi ve sonrasında öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle; ayrıca uygulama sonrasında fen eğitimi uzmanı ve öğrencilerin model derslere ilişkin izlenimlerini yazdıkları metinler yardımıyla toplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda model derslerin öğrencilerin mantıksal sorgulama görüşünü olumlu yönde etkilediği tespit edilmiş ve öğretmen yetiştiren programların, bilimin doğası anlayışını kazandıracak nitelikte programlar hazırlamaları ve bunların derslerde etkili olarak kullanılmasına fırsat tanınması önerilmiştir.

Doğan ve Abd-El Khalick'in (2008) yapmış oldukları araştırmada; Türkiye'de öğrenim gören 10. sınıf öğrencilerinin ve fen öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin kavramlarının değerlendirilmesi ve bu kavramların cinsiyet, coğrafi bölge ve yaşadıkları şehrin sosyo-ekonomik statüsü; öğretmenin alana ilişkin mevcut birikimi, öğretim deneyimi, mezuniyet derecesi; öğrencinin ailesinin sosyo-ekonomik statüsü, anne-babanın eğitim seviyesi ile ilişkili olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada tabakalama örnekleme yaklaşımı kullanılmış ve belirlenen örneklem içerisinde 2087 öğrenci ve 378 öğretmen ile çalışılmıştır. Bilimin doğası hakkında görüşleri belirlemek amacıyla araştırmada, VOSTS ölçeğinden seçilen on dört madde, Türkiye'ye adapte edilerek uygulanmıştır. 2020 öğrenci ve 362 öğretmen mevcut ölçekleri cevaplayarak araştırmaya katılmıştır. Bilimin doğası hakkındaki görüşler yetersiz ve gelişmiş olarak kategorize edilmiş ve elde edilen sonuçlar için yüzdeler hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, hem öğrenciler hem de öğretmenlerden oluşan katılımcıların büyük bir çoğunluğu, bilimin doğası hakkında yetersiz görüşler ortaya koymuşlardır. Ayrıca elde edilen sonuçlar bilimin doğasına ilişkin görüşlerin öğretmenin mezuniyet derecesi ve coğrafi bölge ile öğrencinin ise ailesinin sosyo-ekonomik statüsü, anne-babanın eğitim durumu, şehrin sosyo-ekonomik statüsü ve yaşadığı coğrafi bölge ilişkili olduğunu göstermiştir.

Özyeral Bakanay'ın (2008) yapmış olduğu araştırmada; biyoloji öğretmen adaylarının bilim anlayışlarının ve evrim teorisine yaklaşımlarının tespit edilerek bu iki alan arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2006-2007 eğitim-öğretim yılında Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı'nın 4. ve 5. sınıflarında eğitim gören yetmiş beş öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiş ve araştırma verileri Rutlage ve Warden (2000) tarafından kullanılan "Evrim ve Bilimsel Yöntemi Anlama ve Kabul Etmeyi İnceleme Anketi" kullanılarak; ayrıca on öğretmen adayı ile bilimin doğası hakkında yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerle toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adaylarının bilim hakkında kavram yanılgılarına sahip oldukları ve bu yanılgıların evrim teorisine olan yaklaşımlarını da olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Aslan, Yalçın ve Taşar'ın (2009) yapmış olduğu araştırmada; Fen Bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri Aikenhead, Ryan ve Fleming (1989) tarafından geliştirilen VOSTS anketi kullanılarak ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Araştırmada toplanan verilerin betimsel analizi yapıldıktan sonra, yüzde ve frekans hesaplaması yapılmış; ayrıca görüşmelerden elde edilen veriler kodlanarak içerik analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda; bilimin tanımı, gözlemlerin doğası, bilimsel bilginin değişkenliği, önerme, kuram ve yasaların yapısı ve bilimsel yöntemle ilgili olarak Fen Bilgisi öğretmenlerinin yetersiz ve yanlış bir takım görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir.

Morgil, Temel, Güngör Seyhan ve Ural Alan'ın (2009) yapmış oldukları araştırmada; öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi ve laboratuvar uygulaması ile proje tabanlı laboratuvar uygulamasının 1. Sınıf ğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki bilgi ve algılamalarına ve kimyaya karşı tutumlarına olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Fizik ve Biyoloji Eğitimi Anabilim Dalı'nda öğrenim gören 61 birinci sınıf ğrencisi ile yürütülmüştür. Araştırma verileri; n ve son test olarak uygulanan Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi, Bilimin Doğası ve Fen ğretimi İnanç Ölçeği ve Kimyaya Karşı Tutum Ölçekleri kullanılarak toplanmıştır. Araştırmada temel kimya laboratuvarı müfredatı kapsamında yapılan deneylere ek olarak, öğrencilerle proje tabanlı laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre uygulama sonrasında öğrencilerin bilimin doğası hakkında sahip oldukları bilgi seviyesinin yükseldiği tespit edilmiştir.

zcan'ın (2009) yapmış olduğu araştırmada bilimin doğasının öğretilmesinde tarihsel perspektifin etkisi incelenmiştir. Tarihsel perspektif atomun yapısı konusunda uygulanmıştır. Araştırmaya Bolu ilindeki bir ilköğretim okulunun 7. sınıfında öğrenim gören toplam 56 rgenci katılmış ve öğrenciler beşinci sınıfın sonunda akademik başarılarına göre ikiye ayrılmışlardır. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşleri, VNOS anketinin hem n hem de son test olarak uygulanması ile ayrıca altı ğrenci ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile tespit edilmiştir. Öğrencilerin ankette verdikleri cevaplar: "bilgili" (informed), "yetersiz" (naive) ve "kategorize edilemeyen" (uncategorized) olarak kodlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; her iki Őube ğrencilerinin, bilimin doğası ile ilgili bakış açılarının olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir.

Yücel'in (2009) yapmış olduğu araştırmada; etkileşimli kısa tarihsel hikâyelerin ilköğretim ikinci kademe ğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişimine olan etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmaya yetmiş dört ğrenci katılmış ve araştırmada ön test, son test tek gruplu araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma verileri, NOSQ (Roach, 1993) ve POSE (Abd El-Khalick, 2002)'den alınan bazı maddeleri içeren bir anket ve uygulama sürecindeki ses-video kayıtları yardımıyla

toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, etkileşimli kısa tarihsel hikâyelerin kullanılmasının, bilimin doğası anlayışı üzerinde olumlu sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Arı'nın (2010) yapmış olduğu araştırmada; fen bilgisi ve sınıf öğretmenliği adaylarının bilimin doğası hakkında, bilim insanının karakteristik özellikleri, bilimsel bilginin sosyal yapısı, bilimsel bilginin doğası konularında görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2008-2009 eğitim öğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiş ve araştırmaya Fırat Üniversitesi Eğitim Fakültesinin son sınıfında okuyan 80 fen bilgisi ve 61 sınıf öğretmen adayı katılmıştır. Araştırma verileri; VOSTS anketi ve görüşmeler yardımıyla toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adaylarının bilimin doğası konusunda kavram yanılgılarına sahip oldukları; bilimsel kararlar, bilimin özneliği, bilimsel modellerin doğası, hipotez, teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve bilimsel yöntem konularında yetersiz; ayrıca bilim insanının kişisel özellikleri, bilimsel bilginin geçiciliği ve araştırmalar için bilimsel yaklaşım konularında ise yeterli görüşler belirttikleri tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra genel olarak fen bilgisi öğretmen adaylarının sınıf öğretmen adaylarından daha gerçekçi görüşler ortaya koydukları belirlenmiştir.

Tunç Şahin ve Köksal'ın (2010) yapmış olduğu araştırmada; Anadolu öğretmen lisesi öğrencilerinin ve öğretmenlerinin bilimin doğası bilgilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmada nicel araştırma yaklaşımı, nitel veriler ve anket yöntemiyle desteklenerek bir arada kullanılmıştır. Araştırmaya 85 dokuzuncu sınıf öğrencisi ve 25 öğretmen katılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre öğretmen ve öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin pek çok kavram yanılgısına sahip olduğu; ayrıca bilimin doğasının önem derecesinin kişilere göre değiştiği, buna bağlı olarak da bilimin doğasını anlama düzeylerinin farklılaştığını tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerinin, öğrencilere göre daha gelişmiş olduğunu belirlenmiştir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, öğretim planının uygulanması, veri toplama araçları ve verilerin analizine ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

3.1.ARAŞTIRMANIN DESENİ

Bilimsel bilginin elde edilmesi ve öğrencinin bu bilgiyi günlük yaşamında nasıl kullanacağına ilişkin önemin artması, bilimin doğası anlayışı üzerine yapılan vurguyu da arttırmıştır. Bu bağlamda araştırmada bilimin doğası anlayışının kazandırılması amacıyla, eğitim-öğretim sürecinin nasıl düzenlenmesi gerektiği ve geleceğin öğretmenleri olacak olan öğretmen adaylarının rolü üzerine odaklanılmıştır.

İlköğretim fen ve teknoloji müfredatının benimsediği anlayış ve yapılan literatür taraması doğrultusunda araştırmada, Genel Kimya I müfredatına entegre edilerek ve edilmeden uygulanmış olan bilimin doğası öğretim tasarımının, ilköğretim Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla araştırmada “ön test-son test kontrol gruplu deneme modeli” kullanılmıştır (Karasar, 2003).

Araştırma verilerinin toplanması ve değerlendirilmesi sürecinde nitel (qualitative) veri toplama ve analiz yöntemleri kullanılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının belirlenmesi süreci sahip olunan anlayışların ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesini gerekli kılmaktadır. Nitel araştırmalar, nicel araştırmalarda olduğu gibi bilginin genellenmesi değil; derinlemesine incelenmesini sağlamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2000). Bu açıdan ele alındığında, öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının tespit edilmesi sürecinde, nitel yöntemlerin kullanılmasının daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

Nitel araştırma gözlem, görüşme, doküman analizi gibi nitel veri toplama yöntemlerinin kullanıldığı, algıların ve olayların doğal ortamda gerçekçi ve bütüncül bir biçimde ortaya konmasına yönelik nitel bir sürecin izlendiği bir araştırma türüdür. Nitel araştırma kuram oluşturmayı temel alan ve olguları bağlı buldukları çevre içinde araştırmayı ve anlamayı ön plana çıkaran bir yaklaşımdır. Nitel araştırmalarda çevresel, süreçle ilgili ve algılara ilişkin olmak üzere üç tip veri toplanmaktadır. Nitel araştırmada araştırmacının esnek olması, toplanan verilere göre araştırma sürecini yeniden düzenlemesi, araştırma deseninin oluşturulması ve verilerin analizinde tümevarıma dayalı bir yaklaşım izlemesi gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

3.2.ÖĞRETİM PLANININ UYGULANMASI

Araştırma 2008–2009 eğitim-öğretim yılı güz döneminde, İstanbul’da bulunan büyük ölçekli, bir üniversitenin birinci sınıfında verilmekte olan Genel Kimya I dersi müfredatı içerisinde uygulanmıştır. Araştırmaya bu üniversitenin İlköğretim Bölümü Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda öğrenim görmekte olan ve ilgili derse katılan 33 kız, 31 erkek olmak üzere toplam 64 öğretmen adayı katılmıştır.

Araştırma üç basamaktan oluşmaktadır. Araştırmanın ilk basamağını öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışına ilişkin ön bilgilerinin tespit edilmesi; ikinci basamağını bu anlayışın kazandırılması amacıyla düzenlenen öğretim tasarımının uygulanması; üçüncü basamağını ise bilimsel bilginin doğası anlayışına ilişkin son bilgilerinin tespit edilmesi oluşturmaktadır.

Araştırma, Genel Kimya I dersi müfredatında yer alan atom, periyodik cetvel ve kimyasal bağlar konuları temel alınarak düzenlenmiş ve bizzat araştırmacının katılımıyla birlikte sekiz hafta sürmüştür. Araştırmaya katılan öğretmen adayları rastgele seçilerek deney I, deney II ve kontrol olmak üzere üç farklı örneklem grubuna ayrılmıştır. Araştırmanın yürütüldüğü üç farklı örneklem grubunda birbirinden farklı uygulamalara yer verilmiştir. Hem deney I hem de deney II grubunda bu süreç araştırmacı tarafından ve bilimin doğası anlayışını geliştirecek nitelikteki sorularla desteklenmiş ve öğretmen adaylarının bu boyutları tartışması

sağlanmıştır. Farklı gruplarda uygulanan öğretim tasarımlarına ilişkin veriler, Tablo 5’te ayrıntılı bir şekilde yer almaktadır.

Tablo 5: Deney I, deney II, kontrol gruplarında uygulanan öğretim tasarımları

GRUPLAR	UYGULANAN ÖĞRETİM TASARIMI	N
DENEY I	Genel Kimya I müfredatına entegre edilmemiş öğretim tasarımı	23
DENEY II	Genel Kimya I müfredatına entegre edilmiş öğretim tasarımı	21
KONTROL	Geleneksel öğretim	20

Deney I ve deney II grubunda uygulanan aktivitelere ve kazandırılması hedeflenen bilimin doğası boyutlarına Tablo 6’da ayrıntılı bir şekilde yer verilmiş ve her bir örneklem grubu için ayrı ayrı açıklanmıştır.

Tablo 6: Deney I ve deney II grubunda uygulanan aktivitelerin haftalara göre dağılımı

	AKTİVİTE İSMİ	SÜRE	AKTİVİTEDE ODAKLANILAN BİLİMİN DOĞASI BOYUTLARI	
1.HAFTA	ENTEGRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Kütlenin korunumu kanunu	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel teoriler ve kanunlar -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası
	ENTEGRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Gizemli ayak izleri	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Tablo 6(Devamı): Deneysel I ve Deneysel II grubunda uygulanan aktivitelerin haftalara göre dağılımı

2.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	-Belirli bileşimler kanunu -Katlı oranlar kanunu	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel teoriler ve kanunlar -Bilimsel bilginin nesnelligi -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Küpler	60 dk	-Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası -Bilimsel teoriler ve kanunlar
3.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Atomun tarihi gelişimi	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin nesnelligi -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Süt çiçekleri	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin nesnelligi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel teoriler ve kanunlar
4.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Rutherford aktivitesi	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel teoriler ve kanunlar -Bilimsel bilginin nesnelligi -Bilimin deneysel doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Genç mi? Yaşlı mı? Yaşlanan Öğretmen	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin nesnelligi

Tablo 6(Devamı): Deneysel I ve Deneysel II grubunda uygulanan aktivitelerin haftalara göre dağılımı

5.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Atom modellerinin tarihi gelişimi	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Tüpler	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimin deneysel doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası
6.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Periyodik tablo aktivitesi	75 dk	-Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Yüzer mi? Batar mı?	75 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası
7.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Periyodik cetvelin tarihi gelişimi	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimin sosyal ve kültürel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Hipotez kutuları	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Tablo 6(Devamı): Deney I ve Deney II grubunda uygulanan aktivitelerin haftalara göre dağılımı

8.HAFTA	ENTEĞRE EDİLMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Kimyasal bağların tarihi gelişimi	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin nesnelliği -Bilimsel bilginin değişebilir doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimsel teoriler ve kanunlar
	ENTEĞRE EDİLMEMİŞ GRUP AKTİVİTESİ	Yaşamın bir parçası	60 dk	-Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi -Bilimsel bilginin deneysel doğası -Bilimsel bilginin değişebilir doğası -Bilimsel bilginin yaratıcı doğası -Bilimin sosyal ve kültürel doğası

3.2.1.Deney I Grubunda Öğretim Planının Uygulanması

Deney I grubunda işlenen derslerin temelini doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve Genel Kimya I dersi müfredatına entegre edilmemiş aktiviteler oluşturmaktadır. Araştırmacı, konular işlendikten sonra, müfredattan bağımsız olarak, ders dışı aktiviteler uygulamış ve öğretmen adaylarıyla bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutları tartışmıştır. Buna göre, var olan literatür taranarak, sekiz farklı aktivite seçilmiş ve uygulanmıştır. Literatürde yer alan bu aktiviteler farklı araştırmalarda da (Lederman ve Abd-El Khalick, 1998; Khishfe, 2004; Küçük, 2006; Muşlu, 2008) bilimin doğası anlayışını geliştirmek amacıyla kullanılmıştır.

Aktivitelerin her biri bir haftalık zaman dilimi içerisinde uygulanmış ve öğretmen adaylarınının 4-5 kişiden oluşan gruplar kurarak, grup çalışması yapması sağlanmıştır. Uygulanan aktivitelerin her biri araştırmacı tarafından sınıfa sunulan bir deney, model veya resimle görsel hale getirilmiş; ardından bilimsel bilginin doğası anlayışını yansıtacak nitelikte hazırlanmış, doğrudan-yansıtıcı sorularla tartışma yapılmıştır. Deney I grubunda uygulanan aktivitelerin içeriklerine aşağıda ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

3.2.1.1. Gizemli Ayak İzleri

Bu aktivite bilimin doğası kavramlarına giriş yapmak amacıyla uygulanmıştır. Aktivitede gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin öznel ve yaratıcı doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır. Aktivitede öğretmen adaylarına sırasıyla üç farklı şekil dağıtılmıştır. Öğretmen adaylarından şekilleri inceleyerek ne düşündüklerini ve şekillerde ne gördüklerini açıklamaları; ayrıca şekillere ilişkin bir hikâyeye yazmaları istenmiştir. Hikâyeler sunulduktan sonra, öğretmen adaylarının aynı şekilleri incelemiş olmalarına rağmen, neden farklı hikâyeler yazdıklarını açıklamaları beklenmiştir. Bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalar örnek gösterilerek, onlarında aynı verileri kullanmalarına rağmen birbirlerinden farklı sonuçlar bulup bulmadıkları sorusu sorulmuş ve bilimsel bilginin öznel doğası üzerine odaklanılmıştır. Öğretmen adaylarının hikâyeleri nasıl yazdıkları, ne tip incelemelerde buldukları, ön bilgilerini kullanıp kullanmadıkları, hayal gücü ve yaratıcılıklarının bu süreçte etkili olup olmadığı sorularak bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4'te yer almaktadır.

3.2.1.2. Küpler

Aktivite iki bölümde uygulanmıştır. Aktivitede bilimsel bilginin deneysel, yaratıcı ve değişebilir doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır. Aktivitenin ilk bölümünde öğretmen adaylarına, üzerinde farklı sayıların yer aldığı bir küp; ikinci bölümünde ise üzerine belli bir düzende yazılmış sayıların ve isimlerin yer aldığı bir küp üst yüzeyleri aynı olacak şekilde dağıtılmıştır. Aktivitenin ilk bölümünde öğretmen adaylarından küpün tabanında ne yazdığını; ikinci bölümünde ise küpün üzerindeki sayı ve isimler arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklamaları ve küpün tabanında ne yazdığını tahmin etmeleri istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarına, tahminlerini hangi kanıtlardan yola çıkarak yaptıklarını ve tahminde bulunurken ne tip çalışmalar yardımıyla sonuca vardıklarını açıklamaları istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneysel ve yaratıcı doğası üzerine odaklanması sağlanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına küpün tabanında ne yazdığını kesin olarak bilemeyeceğimiz, belirli veriler yardımıyla sonuçlara ulaşabileceğimiz ve bu sonuçların da kesin olup olmadığının bilinmeyeceği; bu bağlamda bilimsel bilginin

değişebilir nitelikte olduğu vurgulanmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4’te yer almaktadır.

3.2.1.3. Süt Çiçekleri

Aktivite üç basamakta gerçekleştirilmiş ve bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel ve öznel doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır. Ayrıca aktivitede öğretmen adaylarının bilimsel işlem becerilerine ilişkin basamakları da kazanması amaçlanmıştır. Aktivitede her masaya cam bir kase içerisinde süt verilmiş ve sütün kenar kısımlarına cama değmeyecek şekilde dört damla kırmızı mürekkep; ortasına ise yeşil renkli sıvı deterjan damlatılmıştır. Aktivitede ilk olarak tüm gruplara tek çeşit süt ve tek çeşit deterjan; ikinci olarak tek çeşit süt ve farklı çeşit deterjan; son olarak farklı çeşit süt ve tek çeşit deterjan verilmiş ve her bir deneme için ne gözlemediklerini ve gözlemlerinin nedenlerine ilişkin açıklama yapmaları istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının sonuçlara nasıl ulaştıkları, verileri nasıl topladıkları, ne tip gözlemler yaptıkları, gözlemleri ile sonuçları arasında nasıl bir ilişki olduğu, aynı verilere sahip olmalarına rağmen, neden farklı sonuçlara ulaştıkları sorularak bilimin doğası boyutları tartışılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4’te yer almaktadır.

3.2.1.4. Genç mi? Yaşlı mı? - Yaşlanan Öğretmen

Aktivite iki bölümde uygulanmıştır. Aktivitede bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel teoriler ve kanunlar, bilimsel bilginin sosyal-kültürel ve öznel doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır. Aktivitenin ilk bölümünde öğretmen adaylarına farklı açılardan bakıldığında iki ayrı şekilde görünen bir resim; ikinci bölümünde ise ilk figürlerde insan yüzü şeklinde görünen ancak, figürler ilerledikçe oturan bir kadın resmine dönüşen sekiz ayrı figürden oluşan bir resim gösterilmiştir. Öğretmen adaylarından, her iki resmi de inceleyerek ne gördüklerini açıklamaları istenmiştir. Alınan cevaplar doğrultusunda öğretmen adaylarının aynı resme bakmalarına rağmen neden farklı açıklamalarda buldukları, resimde ne gördüklerine nasıl karar verdikleri gibi sorular sorularak; bilimsel bilginin öznel doğası ile bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi tartışılmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına bu şekilde düşünmelerinde yaşamış oldukları toplumun, sahip oldukları kültürün etkisinin olup olmadığı sorusu

sorularak; bilimsel bilginin sosyal-kültürel doğası üzerine vurgu yapılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4’te yer almaktadır.

3.2.1.5. Tüpler

Aktivitede öğretmen adaylarına kâğıt rulolar kullanılarak hazırlanmış olan bir model gösterilmiştir. Modelin çalışma şekli öğretmen adaylarına gösterildikten sonra, modelin içyapısının nasıl olabileceği, sorusu öğrencilere yöneltilmiş ve soruya ilişkin tahminde bulunmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının modelin içyapısını görmemelerine rağmen nasıl tahminde buldukları, bu süreçte ne tip verileri kullandıkları gibi sorular sorularak gözlem ve sonuç çıkarma ilişkisi üzerine odaklanılmıştır. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları tahminler sınıfta tartışıldıktan sonra, araştırmacı tarafından önceden temin edilmiş olan rulolar her bir gruba verilmiş ve öğrencilerin gösterilen modele benzer bir model tasarımları istenmiştir. Öğretmen adaylarına oluşturulan modellerin kişiden kişiye neden farklılık gösterdiği, oluşturmuş oldukları modelleri neyi düşünerek tasarladıkları soruları sorularak bilimsel bilginin öznel ve yaratıcı doğası üzerine odaklanılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4’te yer almaktadır.

3.2.1.6. Yüzer mi? Batar mı?

Aktivitede öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin deneysel doğası ve gözlem-çıkarma ilişkisini tartışması amaçlanmıştır. Bu amaçla aktivitede ilk olarak öğretmen adaylarının kabuklu ve kabuksuz bir portakalın suda nasıl davranacağını tahmin etmeleri istenmiştir. Yapılan tahminlerden sonra her bir gruba geniş bir kap içerisinde su, kabuklu ve kabuksuz bir portakal verilerek, portakalların suda nasıl davrandıklarını gözlemlenmeleri istenmiştir. Öğretmen adayları aktiviteyi uyguladıktan sonra tahminlerinin doğru olup olmadığı, portakalların suda neden farklı şekillerde davrandığı, suya kabuklu ve kabuksuz bir muz atılırsa veya su yerine farklı sıvılar kullanılırsa portakalın nasıl davranacağını tahmin etmeleri istenmiştir. Ayrıca aktivitede öğretmen adaylarının sorulan sorulara yanıt bulmak amacıyla ne tip çalışmalar yaptıkları, aktiviteyi uygularken kendilerini bilim adamı gibi hissedip hissetmedikleri, bilim adamlarının sonuca ulaşmak amacıyla ne tip çalışmalar yaptıkları gibi sorular sorularak bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimde gözlem-

çıkarm ilişkisi üzerine vurgu yapılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4'te yer almaktadır.

3.2.1.7. Hipotez Kutuları

Aktivitede öğretmen adaylarıyla bilimsel bilginin deneysel, nesnel, yaratıcı ve değişebilir doğası ile gözlem-çıkarm ilişkisi tartışılmıştır. Bu amaçla araştırmacı tarafından önceden hazırlanmış bir model sınıfa getirilerek gösterilmiş ve modelin çalışma prensibine ilişkin tartışma yapılmıştır. Modelde karton bir kutunun içerisine huni ve lastik hortum kullanılarak hazırlanmış bir düzenek kurulmuştur. Öğretmen adaylarının düzeneğin iç yüzünü görmeden, yalnızca dış yüzünü gözlemleyerek kutuyu incelemesi sağlanmış ve ardından tartışma yapılmıştır. Ayrıca aktivitede öğrencilerin kutunun içinde nasıl bir düzenek olduğunu tahmin etmeleri ve düzeneğin nasıl olabileceğini bir model kurarak açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarına bu süreçte hayal güçlerini kullanıp kullanmadıkları, neden farklı fikirler ürettikleri, modelin yapısından nasıl emin olabilecekleri gibi sorular sorularak bilimsel bilginin nesnel, deneysel ve yaratıcı doğası üzerine odaklanılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4'te yer almaktadır.

3.2.1.8. Yaşamın Bir Parçası

Aktivitede öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel, deneysel, sosyal ve kültürel, yaratıcı ve değişebilir doğası ile bilimde gözlem-çıkarm ilişkisi tartışılmıştır. Aktivite iki ayrı bölümde uygulanmıştır. Aktivitenin ilk bölümünde öğretmen adaylarına, içeriğinde her hangi bir olay veya nesnenin anlatıldığı bir metin verilmiş ve metnin içeriğinde hangi konudan bahsedildiğini; ikinci bölümünde ise gösterilen resimde ne gördüklerini açıklamaları istenmiştir. Aktivitenin ilk bölümünde öğretmen adaylarının tahminlerinin neden farklı olduğu üzerine odaklanılarak, bilimsel bilginin nesnel doğası vurgulanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarına bilimsel bilginin gözlem yaparak, veri toplayarak ve sonuç çıkararak elde edildiğinin; bunun yanı sıra bu süreçte hayal gücünün de etkili olduğunun kavratılması amaçlanmıştır. Ayrıca aktivitenin ikinci bölümünde öğretmen adaylarına, resimde ne gördüklerine ilişkin karar verirken; verilerini ne tip yollarla

topladıkları sorusu sorulmuş ve bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi tartışılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 4'te yer almaktadır.

3.2.2.Deney II Grubunda Öğretim Planının Uygulanması

Deney II grubunda işlenen derslerin temelini, doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve Genel Kimya I müfredatına entegre edilmiş öğretim tasarımı oluşturmaktadır. Buna göre uygulanan aktivitelerde, bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışların geliştirilmesi amacıyla kullanılan yöntemlerden biri olan bilim tarihi ve felsefesi ön plana çıkarılmıştır. Ayrıca bu süreçte araştırma kapsamında yer alan konuların içeriğine uygun olarak konulara entegre edilmiş aktiviteler de uygulanmıştır.

Deney II grubundaki öğretmen adaylarının derse aktif bir şekilde katılımını sağlamak amacıyla; araştırma kapsamında yer alan konuların alt başlıkları ödev olarak verilmiş ve belirlenen tarihlerde ödevlerini, 4-5 kişiden oluşan gruplarıyla birlikte, hem sunmaları hem de rapor olarak teslim etmeleri istenmiştir. Verilen ödevlerde öğretmen adaylarının, ilgili konuya ilişkin tarihi ve felsefi boyutu ön plana çıkarmaları, bu dönemde yer alan felsefeciler ve bilim insanlarının fikirleri üzerine odaklanmaları, tarihsel dönemlere göre yaşanan gelişmeleri araştırmaları istenmiştir. Ödev olarak verilen konuların özetleri ve sunumları Ek 6 ve Ek 7'de yer almaktadır.

Öğretmen adayları sunumlarını hazırlarken araştırmacı grup üyeleri ile sürekli olarak e-posta aracılığıyla görüşmüş, sunumlarının içeriğini inceleyerek yönlendirmelerde bulunmuş, içerikle ilgili eksiklikler veya düzeltmeler konusunda geri bildirim vermiştir. Ayrıca her bir grubun, ödevini sunumdan iki gün önce araştırmacıya hem rapor hem de sunum halinde teslim etmesi istenmiştir. Öğretmen adaylarının teslim etmiş oldukları bu raporlar araştırmacı tarafından incelenmiş ve bilimsel bilginin doğası boyutlarının tartışılması amacıyla konu içeriğine uygun olacak nitelikte, doğrudan-yansıtıcı, sorular hazırlanmıştır. Deney II grubunda yapılan dersler ve içerikleri aşağıda belirtilmiştir.

3.2.2.1.Modern Kimyanın Doğuşu ve Kütlenin Korunumu Kanunu

Modern kimyanın doğuşu ve kütlenin korunumu kanununun anlatıldığı ilk derste 17. yy.da ortaya çıkan bir teorinin yanlış olmasına rağmen neden kabul gördüğü sorusu sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalarda verileri nasıl topladıkları tartışılarak, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi ve bilimsel bilginin deneysel doğası vurgulanmıştır. Oksijen ve benzeri gazlar bulunurken bilim adamlarının ne tip çalışmalar yaptıkları, bu amaçla deneysel verileri mi yoksa gözlem sonuçlarını mı kullandıkları konusu tartışılmış; bilimde sadece deneysel veriler kullanılarak veya gözlem yapılarak sonuca ulaşamayacağı, bazen salt gözlemlerle bazense gözlemler ve deneysel kanıtların bir arada kullanılmasıyla sonuca ulaşıldığı belirtilmiştir. Ayrıca bilim insanlarının aynı olaya ilişkin farklı açıklamalar yapmalarının nedenleri üzerine konuşularak, bilimde öznellik boyutu vurgulanmış ve verilen kararlarda sosyal-kültürel değerlerin etkisinin olup olmadığı tartışılmıştır. “Phlogiston teoreminden” yola çıkılarak neden kanun değil de teori dendiği sorusu sorulmuş, teori ve kanun arasındaki ilişki vurgulanmıştır. Ayrıca bilim adamlarının yaptıkları çalışmalarda birbirleriyle fikirlerini paylaştıkları, bazı durumlarda birbirlerinin fikirlerinden etkilendikleri belirtilmiştir. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5’te yer almaktadır.

3.2.2.2.Sabit Oranlar Kanunu-Katlı Oranlar Kanunu

İkinci derste Proust’un çalışmalarında ne tip veri toplama yöntemleri kullanmış olabileceği sorusu sorularak derse başlanmıştır. Proust’un çalışmalarında daha çok deneysel verileri mi yoksa gözlemleri mi kullanmış olabileceği sorusu sorulmuş ve bilimsel bilginin deneye dayalı doğası ile bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca Proust’un yapmış olduğu çalışmaların sonuçlarına salt gözlemleri veya deney sonuçlarına göre mi karar verdiği; bu süreçte hayal gücü ve yaratıcılığını kullanıp kullanmadığı sorusu sorularak tartışılmıştır. Ayrıca deneysel verilere rağmen sabit oranlar kanununun bilim insanları tarafından neden kabul görmediği, bilim insanlarının kişisel düşüncelerinin bu süreçte etkili olup olmadığı vurgulanmıştır. Bunun yanı sıra bilim insanlarının düşüncelerinde ve kararlarında sosyal ve kültürel çevrenin etkisinin olup olmadığı tartışılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5’te yer almaktadır.

3.2.2.3. Atomun Tarihi Gelişimi

Üçüncü derste bilim insanlarının maddeyi neden farklı şekillerde sınıflandırdığı sorusu sorularak derse başlanmıştır. Ardından bilim insanlarının maddenin yapısına ilişkin farklı sınıflandırmalar yapmasının nedeninin ne olabileceği, bu sürece bilim insanının yaşamış olduğu toplumun, çevrenin ve kültürün etkisi tartışılmış ve bilimsel bilginin öznel ve sosyal-kültürel doğası üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca bilim insanlarının madde sınıflandırmasını yaparken ne tip veriler topladıkları, verilerini hangi yollarla topladıkları, varmış oldukları sonuçların salt gözlemlerine mi bağlı olduğu, bu süreçte deneysel verileri kullanıp kullanmadığı soruları sorularak bilimsel bilginin deneysel doğası ve gözlem-çıkarım ilişkisi tartışılmıştır. Dersin son aşamasında ise öğretmen adaylarına yeni bilgilerin bulunmasının bilimsel çalışmalarda değişime neden olup olmayacağı sorusu sorulmuş ve bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerine odaklanılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.2.4. Rutherford Aktivitesi

Dördüncü derste Rutherford'un atom modelini nasıl oluşturduğu ve ne tip denemeler yaparak modeli tasarladığı üzerine odaklanılmıştır. Aktivitede zeminde bulunan beyaz kâğıdın üzerine; üstü ve yan yüzeyleri kapalı, tabanı ise açık olacak şekilde hazırlanmış karton bir kutu yerden 3 cm yüksekte olacak şekilde yerleştirilmiş ve kartonun altına öğretmen adaylarının şeklini bilmedikleri bir nesne, araştırmacı tarafından, konulmuştur. Öğretmen adaylarının bu nesneye, kartonun altında yer alan boşluktan misket yardımıyla atış yapmaları, msketin giriş-çıkış yolunu, zemindeki beyaz kâğıt üzerine çizmeleri istenmiştir. Bu süreçte grupta yer alan öğrenciler ayrı ayrı atış yaparak msketin izlediği yolu belirlemiş ve yapmış oldukları gözlemler sonucunda nesnenin ne olabileceğine ilişkin tahminlerde bulunmuşlardır. Tartışma sürecinin ardından Rutherford'un atom modelini oluşturmak için tasarladığı deney anlatılmış ve aktivite ile deney arasında ilişkinin kurulması amaçlanmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.2.5. Atom Modellerinin Tarihi

Beşinci derste bilim insanlarının atomla ilgili düşüncelerinin neler olduğu anlatılarak derse başlanmıştır. Bu süreçte bilim insanlarının atom ve maddenin yapısına ilişkin neden farklı düşünceler ürettikleri, farklı düşünmelerinin nedeninin neler olabileceği soruları sorularak; bilimsel bilginin nesnel ve sosyal-kültürel doğası üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca bilim insanlarının atom ve maddenin yapısına ilişkin yargılara ne tip çalışmalar yaparak varmış olabilecekleri tartışılarak bilimsel bilginin deneysel doğası ile bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi vurgulanmıştır. Bilim insanlarının elementleri ne tip özelliklerine göre sınıflandırmış olabileceği, bu sınıflandırmayı bilimsel bir çalışma sonucunda mı yaptıkları yoksa hayal güçlerinin mi bu süreçte etkili olduğu sorusu sorularak bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda atom modeline ilişkin farklı modellerin ortaya atıldığı, gelecek yüz yıllarda yapılacak çalışmalar doğrultusunda benzer değişimlerin olup olamayacağı sorulmuş ve bilimsel bilginin değişebilir doğası tartışılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.2.6. Periyodik Tablo Aktivitesi

Periyodik tablo aktivitesi, Lederman ve arkadaşlarının (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998) bilimin doğasına ilişkin görüşleri geliştirmek amacıyla uyguladıkları aktiviteler arasından seçilerek uygulanmıştır. Aktivitede öğretmen adaylarına araştırmacı tarafından hazırlanmış, olan 84 adet farklı özellikte kart verilmiştir. Aktivitede öğretmen adaylarının dört grup halinde çalışması istenmiş ve her bir gruba farklı kombinasyonları içerecek şekilde 21 kart verilmiştir. Öğretmen adaylarının ilk olarak kartları incelemeleri, ardından kartları organize etmeleri istenmiştir. Ayrıca kart destesi içinden bir kartın kaybolduğu ve bu kartın özelliklerine ilişkin açıklama yapmaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları organizasyonun ardından, “kartları nasıl organize ettikleri ve neden birbirlerinden farklı organizasyonlar yaptıkları” soruları sorulmuştur. Yapılan açıklamaların ardından öğretmen adaylarıyla, bilim insanlarının da aynı veriye ilişkin farklı sonuçlara ulaşip ulaşamayacakları ve neden bu şekilde düşündüklerini açıklamaları istenmiştir. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.2.7.Periyodik Cetvelin Tarihi

Yedinci derste periyodik tablonun nasıl oluşturulduğuna ilişkin yapılan çalışmalar anlatılarak derse başlanmıştır. Lothar Mayer ve Mendeleev'in yapmış olduğu periyodik tablonun benzer özellikleri, argon gazının bulunması ve periyodik cetvelde klor ile potasyum elementleri arasında bir yere yerleştirilmesi düşüncesi anlatılarak periyodik tabloya ilişkin yapılan ilk çalışmalar anlatılmıştır. Bu süreçte bilim insanlarının neden farklı özellikleri göz önüne aldığı sorusu sorularak bilimsel bilginin nesnelliği üzerine odaklanılmıştır. Farklı yorumlamalar yapılmasının nedenlerinin neler olabileceği sorusu sorulmuş, bu sürece bilim insanının yaşadığı sosyal ve kültürel çevrenin etkisi tartışılmıştır. Periyodik tabloda yer alan elementlerin nasıl sınıflandırıldığı, bu süreçte ne tip çalışmaların yapıldığı, bilim insanlarının salt gözlem verilerine mi yoksa deneysel verilere mi bağlı kalarak sonuçlara ulaştığı tartışılarak; bilimde gözlem-çıkarm ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel ve yaratıcı doğası üzerine odaklanılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.2.8. Kimyasal Bağların Tarihi

Sekizinci derste kimyasal bağ kavramının nasıl orta çıktığına ve bileşikleri bir arada tutan kuvvetlere ilişkin bilim insanlarının yapmış oldukları açıklamalara değinilerek derse başlanmıştır. Bağlara ilişkin yapılan tanımlamaların neden teori halinde kaldığı sorusu sorularak, teori-kanun arasındaki ilişki üzerine odaklanılmıştır. Bağ kavramına ilişkin yapılan tanımlamaların zamanla değiştiği vurgulanarak; bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca bağların tanımlanması ve en doğru tanımın bulunmasına kadar geçen süreçte bilim insanlarının ne tip çalışmalar yapmış oldukları, sonuçlara deneysel çalışmalarla mı yoksa gözlem verilerine bağlı kalarak mı ulaştıkları tartışılmıştır. Aktiviteye ilişkin ders planı Ek 5'te yer almaktadır.

3.2.3.Kontrol Grubunda Öğretim Planının Uygulanması

Kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemle yürütülmüş ve derslerin temelini Genel Kimya I müfredatında yer alan konuların öğretilmesi, ayrıca bu süreçte konuya ilişkin farklı problemlerin çözülmesi oluşturmuştur. Bu grupta yürütülen

derslerin deney I-II grubuna paralel bir şekilde sürdürülmesi amaçlanmıştır. Buna göre işlenen derslerin süre açısından birbirine denk olması amaçlanmıştır. Bu amaçla dersler işlendikten sonra, öğretmen adaylarına konuya ilişkin farklı problemler sorularak çözdürülmüştür.

Kontrol grubunda geleneksel yöntemle işlenen bu dersler, bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlardan biri olan “dolaylı yaklaşımla” uyum göstermektedir. Bu nedenle bu grupta işlenen dersler doğrultusunda elde edilen sonuçların, dolaylı öğretim yaklaşımının etkililiğine ilişkin veri sağlayacağı düşünülmektedir.

3.3.ARAŞTIRMA VERİLERİNİN TOPLANMASI

Araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışların belirlenmesi amacıyla kullanılan veri toplama araçlarını; Lederman ve O’Malley tarafından 1990 yılında geliştirilen “bilimin doğası hakkında görüşler ölçeği (VNOS-C)”, araştırmacı tarafından hazırlanan “bilimin doğası hakkında görüş formu (BDHGF)” ile “video kayıtları ve görüşme kayıtları” oluşturmaktadır. Araştırma verileri araştırmanın başında, sonunda ve süreç içerisinde olmak üzere, farklı veri toplama araçları kullanılarak toplanmıştır. Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarına Tablo 7’de ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

Tablo 7: Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları

GRUPLAR	ÖN TEST	SON TEST
DENEY I	VNOS-C	VNOS-C
	BDHGF	BDHGF
	Video Kaydı	Görüşme Yöntemi
DENEY II	VNOS-C	VNOS-C
	BDHGF	BDHGF
	Video Kaydı	Görüşme Yöntemi

Tablo 7 (Devamı):Araştırma sürecinde kullanılan veri toplama araçları

KONTROL	VNOS-C	VNOS-C
	BDHGF	BDHGF

Araştırmada uygulanan öğretim planının, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla toplanan veriler, araştırmanın içeriğine daha uygun olması nedeniyle nitel veri toplama yöntemlerinden olan “doküman incelemesi” ve “görüşme yöntemi” kullanılarak toplanmıştır.

Doküman incelemesi araştırılması hedeflenen olgu veya olgular hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsamaktadır. Araştırmada doküman incelemesi kullanılmasının amacı, katılımcı tepkiselliğinin önüne geçilmesidir. Doküman incelemesi katılımcı ile araştırmacı arasında doğrudan gerçekleşebilecek fiziksel, davranışsal ve duygusal bir etkileşime neden olmamaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Görüşme yöntemi ise Stewart ve Cash (1985)’a göre; “önceden belirlenmiş ve ciddi bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim sürecidir”. Görüşmenin yapılmasındaki amaç kişinin düşünce, yorum, zihinsel algılama ve tepkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve kişiye ait bir perspektifin oluşturulabilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Nitel araştırmalarda araştırmacı; araştırma verilerini destekleyici, yanlılayıcı veya alternatif açıklama oluşturacak bölümleri araştırmasına uygun olan yerlere dâhil edebilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2000). Bu noktadan hareketle öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki anlayışlarının belirlenmesi amacıyla uygulanan, VNOS-C ölçeği araştırmadaki birincil veri toplama aracını oluştururken; diğer veri toplama araçları da ikincil veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Araştırmadaki ikincil veri toplama araçları, birincil veri toplama araçlarından elde

edilen bulguları desteklemek ve araştırmanın geçerliğini arttırmak amacıyla kullanılmıştır.

Araştırmadaki nitel verilerin geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması amacıyla “veri çeşitlemesi” (triangulation) yapılmıştır. Çeşitleme, araştırma sorusuna yönelik olarak toplanan verilerin farklı yöntemlerle elde edilmesi ve bu şekilde elde edilen bulguların inandırıcılığının test edilmesi için kullanılır. Denzin (1970)’e göre çeşitlemede temel ilke, farklı bireyler ve ortamlardan farklı yöntemlerle veri toplamak ve bu şekilde sonuçlarda ortaya çıkabilecek ön yargıların ya da yanlış anlamaların önüne geçmek olduğunu belirtmektedir. Ayrıca çeşitleme araştırma sonucu elde edilen sonuçların farklı boyutlardan değerlendirilmesine ve anlamlandırılmasına yardımcı olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Nitel araştırmalar, her araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçiminin farklı olabileceği ve aynı sonuçlara ulaşılmasının mümkün olamayacağı ilkesini temel alır. Nitel araştırmalarda geçerliğin sağlanmasında araştırmacının; araştırma alanına olan yakınlığını açıklaması, yüz yüze görüşmeler yardımıyla ayrıntılı veri toplaması, gözlem yoluyla doğal ortam içinde bilgi toplaması ve elde edilen bulguların teyit edilmesi açısından alana geri gidebilmesi, ek bilgi toplama olanağının olması, toplanan verilerin ayrıntılı olarak rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması, görüşme yapılan bireylerin görüşme sorularına vermiş oldukları cevaplardan doğrudan alıntılara yer vermesi gerekmektedir.

Nitel araştırmalarda güvenirlığın sağlanması amacıyla araştırmacının; araştırma sürecindeki konumunu açık hale getirmesi, araştırmada veri kaynağı olan bireylerin açık bir şekilde tanımlaması, araştırmada oluşan sosyal ortamları ve süreçleri tanımlaması gerekmektedir. Ayrıca araştırmacı görüşme, gözlem ve dokümanlar yoluyla elde ettiği verileri her hangi bir yorum katmadan okuyucuya sunması, gözlem yoluyla elde ettiği verileri görüşme yoluyla teyit etmesi, elde edilen verilerin analizinde bir başka araştırmacıyı kullanması ve ulaşılan sonuçları teyit etmesi, veri toplama ve analiz yöntemlerini ayrıntılı bir şekilde açıklaması, gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Buna göre araştırmada kullanılan VNOS-C ölçeğinden elde edilen bulgular farklı veri toplama araçlarıyla birlikte değerlendirilmiş ve sonuçların geçerlik ve güvenilirliğinin arttırılması amaçlanmıştır. Ayrıca araştırma verilerinin nasıl toplandığı, uygulama sürecinin nasıl yürütüldüğü ve verilerin analizi ile ilgili bilgiler ayrıntılı bir şekilde açıklanmış, yapılan görüşmeler ve ders sürecinde alınan video kayıtlarından doğrudan alıntılara yer verilerek toplanan verilerin geçerlik ve güvenilirliğinin sağlanması amaçlanmıştır.

3.3.1.Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (Views of Nature of Science Questionnaire-VNOS-C)

Literatürde bilimin doğası anlayışının belirlenmesi amacıyla kullanılan birçok ölçek bulunmaktadır. Ancak bu ölçekler likert veya çoktan seçmeli test tipinde oldukları için konuya ilişkin cevapları sınırlayıcı bir nitelik taşımakta ve sahip olunan anlayışların ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesini engellemektedir. Bu nedenle araştırmada, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarının daha ayrıntılı bir şekilde analiz edilebilmesi amacıyla, açık uçlu sorulardan oluşan ve birçok araştırmada da (Turgut, 2005; Mumba, 2005; Friedman, 2006; Akçay, 2007; Kim, 2007) kullanılan, bilimin doğası hakkında görüşler ölçeği-C (Views of Nature of Science Questionnaire -C) kullanılmıştır. Bu ölçek öğretim planı uygulanmadan önce ve uygulandıktan sonra, birincil veri toplama aracı olarak iki kez uygulanmıştır.

VNOS-C ölçeği, Lederman ve O'Malley tarafından 1990 yılında geliştirilen ve lise düzeyindeki öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini tespit etmek amacıyla yedi açık uçlu sorunun yer aldığı VNOS-A ölçeğinin iki kez revize edilmesiyle geliştirilmiştir. Ölçek ilk olarak Abd-El Khalick, Bell ve Lederman tarafından 1998 yılında revize edilerek VNOS-B geliştirilmiş; aynı ölçek 1998 yılında Abd-El Khalick tarafından tekrar revize edilerek ölçeğin son versiyonu olan ve on açık uçlu sorudan oluşan VNOS-C geliştirilmiştir. Üç farklı versiyonu olan ölçeğin geçerlik çalışması, birçok deneğe ölçeğin uygulanmasıyla gerçekleştirilmiş, ayrıca bu deneklerle yapılan görüşmeler yardımıyla ölçeğin geçerliği belirlenmiştir. Yapılan çalışmalarda ölçeğin geçerliğinin üst düzeyde olduğuna ilişkin veriler elde edilmiştir (Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz, 2002).

Ölçek 2005 yılında Turgut tarafından yapılan çalışmada Türkçeye çevrilerek Fen Bilgisi öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Araştırmada, Turgut tarafından çevirisi yapılmış olan bu ölçek kullanılmıştır. VNOS-C ölçeği 10 açık uçlu sorudan oluşan ve bilimin doğasına ilişkin alt boyutları ölçen bir ölçme aracıdır. Ölçekte yer alan soruların ölçmeyi hedeflediği bilimin doğası boyutlarına Tablo 8’de ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir. Ölçek Ek 1’de yer almaktadır.

Tablo 8: VNOS-C ölçeğinde yer alan bilimin doğası boyutlarının sorulara yönelik analizi

BİLİMİN DOĞASI BOYUTLARI	VNOS-C
Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğası (The Emprical Nature of Scientific Knowledge)	1, 2, 3
Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası (The Tentative Nature of Scientific Knowledge)	1, 4, 5
Bilimsel Bilginin Nesnelliği (Subjectivity of Scientific Knowledge/The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge)	8
Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğası (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge)	10
Bilimde Gözlem - Çıkarım İlişkisi (Relationship of Observation- Inference in Science)	6, 7
Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge)	9
Bilimsel Teoriler ve Kanunlar (Scientific Theories and Laws)	5

3.3.2. Bilimin Doğası Hakkında Görüş Formu (BDHGF)

BDHGF, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarının belirlenmesi amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. BDHGF, çoktan seçmeli on altı sorudan oluşmuş ve öğretim planı uygulanmadan önce ve sonra olmak üzere iki kez uygulanmıştır. BDHGF’ndan elde edilen veriler, VNOS-C ölçeğinden elde edilen verileri desteklemek ve verilerin geçerliğini arttırmak amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. BDHGF Ek 3’de yer almaktadır.

BDHGF’nda yer alan sorular, 2007-2008 öğretim yılında yapılan pilot çalışmanın verilerine bağlı kalınarak hazırlanmıştır. Ayrıca mevcut soruların bir bölümü Muşlu’nun (2008) yapmış olduğu araştırmada da kullanılmıştır. Pilot çalışma İstanbul ilindeki büyük ölçekli bir üniversitenin birinci sınıflarında uygulanmış olup; pilot çalışmaya toplam altmış öğrenci katılmıştır. Pilot çalışmada öğrencilere VNOS-C ölçeği uygulanmış ve öğrencilerin sorulara vermiş olduğu cevaplar analiz edilerek, BDHGF hazırlanmıştır.

BDHGF’unda yer alan sorular “a” ile “f” arasında değişen seçeneklerden oluşmakta, ayrıca farklı düşüncelerin olabileceği anlayışından yola çıkılarak her bir soruda “diğer” şeklinde açık uçlu bir seçenek yer almaktadır. Öğretmen adayları sorularda yer alan seçeneklerden birini seçebilecekleri gibi, birden fazla seçeneği de işaretleyebilmektedirler. BDHGF’nda yer alan soruların ölçmeyi hedeflediği bilimin doğası boyutları Tablo 9’da ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

Tablo 9: BDHGF’nda yer alan bilimin doğası boyutlarının sorulara yönelik analizi

BİLİMİN DOĞASI BOYUTLARI	BDHGF
Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğası (The Emprical Nature of Scientific Knowledge)	1, 2, 3, 4, 9
Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası (The Tentative Nature of Scientific Knowledge)	5, 8

Tablo 9 (Devamı): BDHGF’nda yer alan bilimin doğası boyutlarının sorulara yönelik analizi

Bilimsel Bilginin Nesnellği (Subjectivity of Scientific Knowledge/The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge)	10, 11
Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğası (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge)	14, 15, 16
Bilimde Gözlem - Çıkarım İlişkisi (Relationship of Observation- Inference in Science)	9
Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge)	12, 13
Bilimsel Teoriler ve Kanunlar (Scientific Theories and Laws)	6, 7

3.3.3.Video Kayıtları

Öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını geliştirmek amacıyla uygulanan öğretim tasarımının tamamı, veri kaybı olmaması açısından kayıt altına alınmıştır. Video kayıtları yapılmadan önce öğretmen adaylarına, video kaydının ne amaçla yapıldığı ve araştırmanın içeriğine ilişkin bilgilendirmede bulunulmuştur. Video kayıtları ortalama olarak 40-70 dakika arasında sürmüştür.

Araştırma sürecinde toplanan görsel verilerin tek başına veri kaynağı olmasından çok, araştırmadaki diğer veri toplama araçlarıyla birlikte kullanılması önerilmektedir (Baş ve Akturan, 2008). Bu nedenle video kayıtları öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarını ve uygulanan öğretim tasarımının bu anlayışa olan etkisini tespit etmek, VNOS-C’den elde edilen verileri desteklemek ve elde

edilen verilerin geçerliğini arttırmak amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

3.3.4.Görüşme Yöntemi

Öğretim planının uygulanmasının ardından, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ve uygulanan öğretim planının etkililiğine ilişkin görüşlerini daha detaylı bir şekilde inceleyebilmek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme sürecinden elde edilen veriler VNOS-C'den elde edilen verileri desteklemek ve verilerin geçerliğini arttırmak amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Ebenezer ve Haggarty (1999)'e göre yarı yapılandırılmış görüşmede araştırmacı görüşme sürecinde yönelteceği sorulara ek olarak, gerekli gördüğü durumlarda farklı sorular yöneltebilmekte veya bazı soruları çıkartabilmektedir (Kaya, 2005). Yarı yapılandırılmış görüşme, diğer görüşme türlerine göre daha esnek bir yapıda olduğu için araştırmacıyı sınırlayıcı bir nitelik taşımamakta, ayrıca araştırmacının görüşme sürecini verilen yanıtlar doğrultusunda yönlendirmesine olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda yarı yapılandırılmış görüşmenin, öğretmen adaylarının sahip olduğu bilimin doğası anlayışlarının ayrıntılı bir şekilde analiz edilmesine neden olacağı düşüncesinden hareketle, araştırmada kullanılması uygun görülmüştür.

Görüşme soruları, VNOS-C ölçeğinde yer alan sorular temel alınarak hazırlanmıştır. Ayrıca bazı sorular, literatür taraması doğrultusunda tespit edilmiş ve gerekli görüldüğü durumlarda bu sorular eklenmiştir. Örneğin “teori ile kanun arasında bir farklılık var mıdır? açıklayınız. Açıklamanızı bir örnekle netleştiriniz” şeklindeki ölçek sorusunun daha detaylı bir şekilde açıklanması amacıyla öğrencilere “teori ve kanunu aşamalandırabilir misiniz? Eğer aşamalandırmayı seçtiyseniz nasıl aşamalandırdığınızı ve neden bu şekilde bir aşamalandırma yaptığınızı açıklayınız. Bu basamakların neden birbiriyle ilişkili olduğunu düşünüyorsunuz? açıklayınız.” şeklinde bir soru yöneltilmiştir. Böylece öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarının daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi sağlanmıştır. Ayrıca VNOS-C ölçeğinde yer alan bu sorulardan farklı olarak, araştırmacı tarafından

öğretmen adaylarına uygulanan öğretim tasarımının işlerliğine ilişkin bilgi almak amacıyla, sürece yönelik sorular da sorulmuştur.

Görüşme amacıyla hazırlanmış olan sorular, öncelikli olarak deney I ve deney II grubundan seçilen iki öğretmen adayına pilot olarak uygulanmıştır. Pilot çalışma, hazırlanan görüşme sorularının işlerliğine ilişkin bilgi sahibi olmak amacıyla yapılmıştır. Pilot çalışma sonucunda, varsa, sorulara ilişkin anlaşılmayan yerler düzeltilmiş; gerekli görüldüğü durumlarda soruların bir kısmı çıkarılmış veya farklı sorular eklenmiştir.

Görüşme, deney I ve deney II grubu içerisinde seçilen, altışar öğretmen adayı ile yapılmıştır. Görüşmeye katılan öğretmen adayları, araştırmanın başında ve sonunda uygulanan VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevapların incelenmesi doğrultusunda, “düşüncelerinde değişim olan ve olmayan” olarak iki kategori altına toplanarak seçilmiş ve bu süreçte gönüllülük esas alınmıştır.

Görüşmeler veri kaybı olmaması açısından kayıt altına alınmıştır. Her bir görüşme yaklaşık olarak 40-90 dakika arasında sürmüştür. Görüşme sürecinde öğretmen adaylarının, VNOS-C ölçeğine ön ve son uygulamada, vermiş oldukları cevaplar tekrar okunmuş, varsa anlaşılamayan cevapların açıklanması veya örneklendirilmesi istenmiştir. Görüşme sürecinde yöneltilen sorular Ek 2’de yer almaktadır.

3.4.ARAŞTIRMA VERİLERİNİN ANALİZİ

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi sürecinde, birden fazla veri toplama aracı kullanılmış; bu nedenle bilimsel bilginin doğası anlayışına ilişkin elde edilen sonuçlar, bu veri toplama araçlarının bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda oluşturulmuştur. Araştırmadaki veri toplama araçlarının nasıl değerlendirileceği ve hangi amaçla kullanılacağına ilişkin bilgiler Tablo 10’da özetlenmiştir.

Tablo 10: Araştırmadaki veri toplama araçlarının hangi amaçla kullanıldığı ve nasıl analiz edildiği

ÖLÇME ARACI	AMAÇ	DEĞERLENDİRME
VNOS-C	Bilimin doğası hakkında görüşlerin tespit edilmesi amacıyla birincil veri toplama aracı olarak	Nitel analiz yöntemi kullanılarak, “içerik analizi” ile değerlendirilmiştir
BDHGF	Bilimin doğası hakkında görüşlerin tespit edilmesi amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak	Basit yüzdellik hesaplama yapılarak değerlendirilmiştir.
Video kayıtları	Uygulama öncesi bilimin doğası görüşlerinin desteklenmesi amacıyla, ikincil veri toplama aracı olarak	Verileri destekleyici bölümler içeriğe uygun yerlere yerleştirilmiştir.
Görüşme kayıtları	Uygulama sonrası bilimin doğası görüşlerinin desteklenmesi amacıyla ikincil veri toplama aracı olarak	Verileri destekleyici bölümler içeriğe uygun yerlere yerleştirilmiştir.

3.4.1. Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (Views of Nature of Science Questionnaire-VNOS-C)

Araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarının belirlenmesi amacıyla uygulanan VNOS-C ölçeğine verilen cevaplar, Strauss ve Corbin (1990), tarafından önerilen nitel veri analiz yöntemlerinden biri olan “içerik analizi” kullanılarak değerlendirilmiştir. İçerik analizinde amaç toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. İçerik analizinde toplanan veriler öncelikli olarak kavramsallaştırılmakta, daha sonra ortaya çıkan kavramlar mantıklı bir biçimde organize edilerek, veriyi açıklayacak temalar elde edilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2000).

Kodlama veriler arasında yer alan anlamlı bölümlere isim verilmesi sürecidir. Araştırmada elde edilen verilerin kodlanması sürecinde Strauss ve Corbin (1990) tarafından belirlenen kodlama çeşitlerinden biri olan “verilerden çıkarılan kavramlara

göre yapılan kodlama (açık kodlama)” yöntemi kullanılmıştır. Bu tür kodlamada veriler araştırmacı tarafından satır satır okunmakta ve araştırmanın amacı çerçevesinde önemli olan boyutlar saptanarak bu doğrultuda kodlar oluşturulmaktadır. Bu tip kodlama yönteminde verilerin analizine rehberlik edecek her hangi bir kavramsal yapı olmadığı için, bu yapı verilerin tümevarımcı bir analize tabi tutulması doğrultusunda araştırmacı tarafından elde edilmektedir (Yıldırım, Şimşek, 2000).

Tümevarımcı analiz, kodlama yoluyla verilere ilişkin kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya çıkarma olarak tanımlanmaktadır. Buna göre incelenen olguya ilişkin temel oluşturacak bir kuramın olmaması durumunda tümevarımcı analiz, yani kodlamaya dayalı içerik analizi yapılmaktadır. Bu süreç Strauss ve Corbin tarafından “kuram oluşturma” olarak adlandırılmaktadır. Kuram oluşturmada bilinmeyen olgular içerik analizi yapılarak açıklanmakta ve bazı önermelere ulaşılmaktadır (Yıldırım, Şimşek, 2000).

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi amacıyla, birincil veri toplama aracı olarak kullanılan ölçekte yer alan sorular, bilimin doğasına ilişkin yedi alt boyut doğrultusunda değerlendirilmiştir. Buna göre ölçekte yer alan sorular öncelikli olarak, ölçmeyi hedeflediği bilimin doğası boyutlarına göre sınıflandırılmış ve yapılan sınıflandırma doğrultusunda sorulara verilen cevaplar değerlendirilmiştir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi amacıyla, ölçekte yer alan sorular, her bir öğretmen adayı için ayrı ayrı incelenmiş ve verilen cevaplar kendi içlerinde anlamlı bütünler oluşturacak şekilde kodlanmıştır. Kodlanan her bir ifade de verilerin içeriğini daha genel bir şekilde ifade edebilmek amacıyla belli temalar (kategoriler) altında toplanmıştır. Örneğin ölçeğin birinci sorusundaki “bilim nedir? sorusuna verilen cevaplar doğrultusunda “olayı kesin sonuçlarla açıklayan disiplin, olayları neden-sonuç ilişkisine göre açıklama, olayları açıklamak için yapılan çalışma” şeklindeki kodlar elde edilmiş; elde edilen bu kodlarsa “olayları açıklama” teması altında toplanmıştır.

Temalar oluşturulduktan sonra, öğretmen adaylarının soruyu cevaplama sıklıkları belirlenmiş ve her bir temaya ilişkin basit yüzdeler hesaplanmıştır. VNOS-C ölçeğinden elde edilen bulgular araştırmacı dışında, konunun uzmanı iki araştırmacı tarafından farklı zamanlarda ayrı ayrı iki kez analiz edilerek elde edilmiştir. Böylece elde edilen verilerin güvenilirliklerinin artırılması amaçlanmıştır. Öncelikli olarak araştırmacılar ölçeklerdeki kodları ayrı ayrı çıkarmışlardır. Daha sonra kodların birbirleriyle olan tutarlılıkları Patton'un (2002) belirttiği şekilde incelenmiştir. İnceleme sonucunda araştırmacıların belirledikleri kodların %78 oranında tutarlı olduğu bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışları, bilimin doğasına ait her bir boyutta oluşturulan temaların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda belirlenmiştir. Buna göre temalar oluşturulduktan sonra her bir boyuta ilişkin "sav"lar ortaya konmuş ve öğretmen adaylarının mevcut anlayışları tespit edilmiştir. "Sav"lar oluşturulurken, öğretmen adaylarının her bir boyut altında yer alan sorulara vermiş oldukları cevaplar göz önüne alınmıştır. Buna göre ölçekte yer alan bazı boyutlar tek bir soruya verilen cevapları içerirken; bazı boyutlardaysa birden fazla soruya yer verilmiştir. Tek bir sorudan elde edilen sonuçlar doğrudan doğruya "sav"ı oluştururken; birden fazla sorudan elde edilen sonuçların "sav"a dönüştürülmesi sürecindeyse, oluşturulan "sav"ların verilen cevapların çoğunluğunu yansıtmasına önem verilmiştir.

3.4.2. Bilimin Doğası Hakkında Görüş Formu (BDHGF)

BDHGF, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi sürecinde, ikincil veri toplama aracı olması nedeniyle, bu veri toplama aracının analizinde içerik analizine benzer karmaşık bir analizin yapılmasına ihtiyaç duyulmamıştır.

Buna göre BDHGF'nda yer alan çoktan seçmeli her bir soruya, öğretmen adaylarının vermiş oldukları yanıtların sıklığı belirlenmiş ve basit yüzdeler hesaplanmıştır. Ayrıca öğretmen adaylarının mevcut seçenekler dışında yapmış oldukları açıklamalar varsa tespit edilmiş ve içeriğe uygun şekilde yerleştirilmiştir.

BDHGF'ndan edilen sonuçlar; birincil veri toplama kaynağı olarak kullanılan VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçları desteklemek veya varsa farklı açıklamalara ilişkin örnekler vermek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.3.Video Kayıtları ve Görüşme Yöntemi

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarının geliştirilmesi amacıyla uygulanan öğretim tasarımı, kayıt altına alınmış ve ortalama olarak 180-300 dakika arasındaki bir zaman diliminde yazıya aktarılmıştır. Benzer bir şekilde öğretim tasarımının uygulanmasının ardından yapılan görüşmeler de 120-180 dakika arasında süren bir zaman dilimi içerisinde yazıya aktarılmıştır.

Uygulama ve görüşme süreci ile ilgili kayıtların yazıya aktarılması sırasında eksikliklerin veya yanlışların olmaması için, yazım aşaması bittikten sonra; araştırmacı ve konunun uzmanı ikinci bir araştırmacı tarafından kayıtlar tekrar dinlenmiş ve varsa gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Video kayıtları ve görüşme kayıtlarından elde edilen verilerin, ikincil veriler olması nedeniyle; birincil veri toplama aracından elde edilen kodlar ve savlar doğrultusunda analiz edilmiş ve gerekli görüldüğü durumlarda, birincil veri toplama aracından elde edilen sonuçları desteklemek amacıyla kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bubölümde, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışların belirlenmesi amacıyla birincil ve ikincil veri toplama araçlarından elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1.VNOS-C ÖLÇEĞİNE İLİŞKİN BULGULAR

Öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin anlayışları bilimsel bilginin deneye dayalı doğası, bilimsel teoriler ve kanunlar, bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimsel bilginin nesnelliği, bilimsel bilginin yaratıcı doğası, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası olmak üzere yedi boyut doğrultusunda analiz edilerek yorumlanmıştır.

4.1.1.Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin düşünceleri VNOS-C ölçeğinde yer alan 1, 2 ve 3 numaralı sorulara vermiş oldukları cevapların değerlendirilmesi doğrultusunda elde edilmiştir.

4.1.1.1. Deney I Grubuna İlişkin Ön Test Bulguları

Öğretmen adaylarının sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda, bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı “*bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve evrenselleştirilmesi*” için deneyin gerekli olduğunu ve deneyin “*bilgiyi görselleştirmek amacıyla ispat yapma*” olduğunu düşünmektedirler.

Ölçeğin üçüncü sorusuna vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının %96’sının bilimsel bilginin oluşturulması için deneyin gerekli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Muşlu’nun (2008) yapmış olduğu araştırmada da teorilerin mevcut kanıtlardan yola çıkılarak oluştuğu tespit edilmiştir. Öğretmen

adaylarının, deneyin ne olduğu ve neden gerekli olduğunu ilişkin açıklamaları alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney, hipotezlerin doğruluğunun ispatlanabilmesi için yapılan kontrollü inceleme ve çalışmalardır.” Öğrenci 22

“Deney gereklidir. Deney bir kanıttır. Bilginin doğrulanmasıdır. Aksi takdirde kabul edilmez.” Öğrenci 25

“Evet gereklidir. Bilginin oluşturulması esnasında düşüncede bir sonuca varılır. Fakat her insan buna katılmayabilir. Buna herkesin katılmasını, inanmasını sağlamak amacıyla deneyler yapılmalıdır.” Öğrenci 30

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin, bilginin doğruluğunun sağlanması amacıyla yapılan çalışma olduğunu; bu bağlamda hem bilginin evrenselleştirilmesi hem de ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplar, derslerde yapılan tartışmalarla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşü örneklemektedir.

A: Deney nedir?

Ö3: Fikri ispatlamak için bir araç.

Ö3: Deneyin illa laboratuarda yapılması gerekli değil. Günlük hayattan bir şeyin gösterimi de olabilir.

Ö2: Deney bir bilginin gözlenebilir bir şekilde aktarılması bence. Mesela bu resmi incelerken volkana benzetti arkadaş. Biz onu gözlemlerken de deney yapmış oluyoruz bence.

A: Günlük yaşamda yapılan çalışmalarda ya da bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalarda bilim adamları birbirlerini nasıl ikna eder? Ne tip çalışma yapılması gerekir? Ne sunulmalı ki kabul görsün?

Ö11: Kanıt sunarak bilgiyi kabul ettirirler.

A: Neye göre kanıtlarına varıp sonuca ulaşırlar?

Ö11: Deney yaparlar.

A: Bilim adamları çalışmalarını yaparken birbirlerini ikna etmek için deney yapmak zorunda mıdır?

Ö11: Gerekli değildir. Çünkü az önce arkadaşım, diğer arkadaşının fikrini mantıklı geldiği için kabul ettiğini söyledi.

Ö21: Karşıdaki kişi ikna edici bir şekilde bir fikir ortaya atarsa, deney olmadan da kabul edilebilir.

Ö8: Deney gerekli bence. Burada resmi görüyoruz, ama başka bir şey olsa deney olmadan olmaz.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin ispat yapma olduğunu ve laboratuvar ortamı dışında da yapılabileceğini düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları deneyin bilginin gözlenebilir hale gelmesi olduğunu da belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, deneyin mevcut bilginin doğruluğunun tespit edilmesi ve ispatlanması amacıyla uygulanması gerektiğini düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının bir bölümü de mantıklı açıklama yapılmasının, deney yapmadan da sonuca ulaşmayı sağlayacağı görüşü içerisindeyler. Elde edilen bu sonuçlar öğretmen adaylarının bilimde kanıtların rolü üzerine vurguda bulduklarını gösterir niteliktedir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF'da da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%87) bilim insanlarının çalışmalarının sonuçlarından emin olmak ve bilgiyi ispatlamak amacıyla deneyleri kullandıklarını belirtirken; %65'i de bilimin deneye dayalı olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen bu sonuçların yanı sıra VNOS-C ölçeğinde yer alan birinci soruya vermiş oldukları cevaplarda da öğretmen adayları bilimin "bilinmeyene cevap vermek amacıyla düzenlenen gözlem, deney ve araştırmalar sonucu ortaya konan bilgi birikimi" olduğunu; ayrıca "deney ve gözleme dayanması, ispatlanabilir ve

sorgulanabilir olması, objektif, evrensel ve kesin olması” nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşünmektedirler. Bu sonuçlar, BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilimin, sorunlara çözüm bulma; deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi; gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının tümü olduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuçların birbirini destekler nitelikte olması öğretmen adaylarının veri toplama araçlarına tutarlı şekilde cevap verdiklerini gösterir niteliktedir.

4.1.1.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Son testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümü “*her alanda deney yapılması, bilimsel bilginin deneye oluşması ve bilginin ispatlanmasını sağlayarak verileri somutlaştırması*” nedeniyle deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü “*her bilim dalında deney yapılmaması, deneyin ispat yapmak için tek yol olmaması, gözlem ve tartışma yapılarak da sonuca ulaşılabilmesi, bazı bilgilerin kanıtlanamaması, mantıklı açıklamaların da sonuç olarak kabul edilmesi*” nedenleriyle deneyin gerekli olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları deneyin “*ispat yapma, doğrulama yapma ve bilginin görselleştirilmesi*” olduğunu düşünmektedirler.

Son testten elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının %78’inin bilimsel bilginin oluşturulması için deneyin gerekli olduğu; %22’sinin ise gerekli olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının, deneyin ne olduğuna ve gerekliliğine ilişkin yapmış oldukları açıklamalar alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney, her hangi bir olayı açıklamak için özellikle doğruluğunu kanıtlamak için yapılan işlemler bütünüdür.” Öğrenci 4

“Deney, bilgiyi görsel hale getirmektir. Bütün şartların aynı bir değişken üzerinde çalışılmasıdır.” Öğrenci 16

“Evet deney gereklidir. Çünkü bilimsel bilgiyi oluşturduğumuz her şey deneyden geçer.” Öğrenci 15

“Evet gereklidir. Çünkü insanların bir şeye inanması, kabul etmesi için deneylerle görüşlerini somutlaştırması gerekmektedir.” Öğrenci 23

“Hayır, deney gerekli değildir. Felsefe de bir bilim dalıdır ama deney yapılamaz. Tarihte mesela, tarihte deney olabilir mi? Olamaz.” Öğrenci 3

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin ne olduğuna ilişkin benzer açıklamalar yaparken; gerekliliğine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır. VNOS-C ölçeğinden elde edilen bu sonuçlar görüşme sürecinde de tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntı, deneyin gerekli olduğunu belirten öğretmen adaylarının, görüşlerini örneklemektedir.

A: Deney için doğruluğu ispatlama demişsin ve deneyin gerekli olduğunu söylemişsin öyle mi?

Ö3:Doğruluğu ispatlama olarak düşündüğüm için. Az önceki basamaklarda da söylediğim gibi bir basamak olmadan diğerine geçilmeyeceği için ya da bir bilginin doğruluğu ispat edilemeyeceği için, bu nedenle deney gereklidir. Yani deney doğruluğu ispatlama işidir. Ama çeşitli çalışmalarla.

A: Bu durumda gözlem, anket gibi çalışmalar deneyseldir diyebilir miyiz?

Ö3: Hayır. Gözlem, deneyden önceki basamaktır. Eğer doğruluğu kanıtlamak, elde bir ispat göstermek ve kabul edilebilirliği arttırmak istiyorsak deney gereklidir.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı deneyin, bilginin doğruluğunun ispatlanması için gerekli olduğunu düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayının yapmış

olduğu açıklama, VNOS-C ölçeğinde deneyin ne olduğuna ilişkin yapılan açıklamalarla da paralellik göstermektedir.

Aşağıdaki alıntı ise, deneyin gerekli olmadığını belirten öğretmen adaylarının görüşlerini örnelemektedir.

A: Bilimsel bilginin oluşturulmasında deneyin gerekliliğine ilişkin soruya, ön testte evet; son testte deney tek yol değildir demişsin. Neden bu şekilde düşünüyorsun? Mesela tek yol değildir demişsin başka ne tip yollar var?

Ö1: Mesela güneşin her gün doğduğuna ilişkin kontrollü deney yapamazsınız. Bunun için sadece gözlem yaparsınız. İki farklı gün gözlem yaparsınız eğer güneş doğduysa sonucunuz ispatlanmıştır. Veya sürekli devreden olaylar vardır. Mesela kışın gelmesi. Belli bir zamanda kar yağması, ocak ayında belirgin bazı koşulların yaşanması gibi. Bunlar kontrollü deneylerle ifade edilmez. Ancak bazı gözlemlerin yapılması gerekmektedir. İspat ancak bu şekilde yapılır.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin gerekliliğine ilişkin farklı görüşler içerisindedirler.

Öğretmen adayları VNOS-C ölçeğinde ve görüşme sürecinde yapmış oldukları açıklamaların benzerlerini BDHGF’nda da yapmışlardır. Buna göre BDHGF’nda öğretmen adaylarının %78’i bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını ve genellikle bilginin doğruluğunun ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel çalışma yapılırken deneyin gerekli olduğu ve daha çok ispat yapma amacıyla uygulandığını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Ayrıca elde edilen sonuçların birbirine paralel olması, öğretmen adaylarının ölçme araçlarına tutarlı cevaplar verdiklerini gösterir niteliktedir.

Bu sonuçların yanı sıra; öğretmen adaylarının hem ön hem de son testte bilimin deney ve gözleme dayanması, ispatlanabilir, sorgulanabilir, objektif, evrensel ve kesin olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde, deneylerin ve verilerin rolü üzerine vurguda buldukları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları ön testte bilimi bilinmeyene cevap vermek amacıyla düzenlenen gözlem, deney ve araştırmalar sonucu ortaya konan bilgi birikimi olarak; son testte ise hayatı kolaylaştırmak, olayları açıklamak ve bilinmeyeni bulmak amacıyla yapılan gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmaları sonucu elde edilen bilgi olarak açıklamışlardır. Buna göre son testte öğretmen adaylarının, bilim ile teknoloji arasındaki ilişkiyi kurdukları ve bu ilişkinin günlük yaşama olan yansımaları ön plana çıkaracak şekilde soruyu yanıtladıkları görülmektedir. Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmada da bilim tanımına ilişkin yapılan açıklamaların, uygulama sonrasında daha kapsamlı olduğu tespit edilmiştir.

Bu araştırmada öğretmen adaylarının bilim kavramına ilişkin yapmış oldukları açıklamalar, hem ön hem de son testte benzer olmakla birlikte; son testte öğretmen adaylarının bilimin hayatı kolaylaştırdığı ve olayları açıklamaya yardımcı olduğuna yönelik açıklamada buldukları tespit edilmiştir. Bu sonucun tüpler ve yüzer mi batar mı gibi çeşitli aktivitelerin uygulanmasının ardından, yapılan tartışmalarla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Elde edilen bu sonuçlar, BDHGF'nden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre öğretmen adayları BDHGF'nde bilimin gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının tümü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilimin bilgi birikimi ve bilinmeyeni bulma olduğunu da düşünmektedirler. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adaylarının %43'ü bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin elde edilen sonuçlar bir arada değerlendirildiğinde, ön testte öğretmen adaylarının hemen hemen tamamının, bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve evrenselleştirilmesi için deneyin gerekli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Buna karşın son testte öğretmen adaylarının

%78'i her alanda deney yapılması, bilimsel bilginin deneyle oluşması ve bilginin ispatlanmasını sağlayarak verileri somutlaştırması nedenleriyle deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Deneyin gerekliliğine ilişkin ön ve son testte farklı açıklamalarda bulunan öğretmen adayları, ön testte daha yüzeysel açıklamalarda bulunurken, son testte yapmış oldukları açıklamaların daha kapsamlı olduğu görülmektedir. Bu sonuçların yanı sıra son testte öğretmen adaylarının %22'sinin her bilim dalında deney yapılmaması, deneyin ispat yapmak için tek yol olmaması, gözlem ve tartışma yapılarak da sonuca ulaşılması, bazı bilgilerin kanıtlanamaması, mantıklı açıklamaların da sonuç olarak kabul edilmesi nedenleriyle deneyin gerekli olmadığını düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonucun derslerde; bilimin ne olduğu, tarih ve felsefe gibi alanların bilim olup olmadığı, deneyin ne olduğu, deneyin hangi alanlarda yapılabileceği gibi çeşitli tartışmalara bağlı olduğu; ayrıca öğretmen adaylarının gözlem ve tartışma yapılarak da sonuca ulaşılabilmesine ilişkin açıklamalarının, derslerde yapılan çeşitli aktivitelerle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalar öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde verilerin önemli olduğunu düşündüklerini, ancak verilerin hangi yolla elde edileceği konusunda çelişki içerisinde olduklarını gösterir niteliktedir. Bu sonucun öğretmen adaylarının, deney kavramına ilişkin sahip oldukları tanımlamayla da ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ön testte öğretmen adayları deneyi bilgiyi görselleştirmek amacıyla ispat yapma olarak tanımlarken; son testte öğretmen adaylarının deneyi ispat yapma, doğrulama yapma ve bilginin görselleştirilmesi olarak açıkladıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilimsel bilginin oluşturulmasında kanıtların rolünün, önemli olduğunu düşündükleri; buna karşın son testte bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının oranının ön teste göre daha az olduğu tespit edilmiştir.

4.1.1.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı “bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve kesinleştirilmesi” için deneyin gerekli olduğunu ve deneyin “ispat yapma, her hangi bir sorunu çözmek için gözlem yapma ve laboratuarda yapılan ölçüm ve değerlendirme” olduğunu belirtmişlerdir.

Soruya verilen cevaplara göre, öğretmen adaylarının tamamı bilimsel bilginin oluşturulması için deneyin gerekli olduğunu düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının, deneyin ne olduğu ve neden gerekli olduğunu düşündüklerine ilişkin yapmış oldukları açıklamalar alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney, insanların bir takım bilgileri diğer insanlara ispatlamak ve bilime yardımcı olmak için yaptıkları etkinliklerdir.” Öğrenci 10

“Elde ettiğimiz verileri ve gözlemlerin doğruluğunu ispatlamak için yapılan kontrol çalışmasıdır.” Öğrenci 11

“Evet gereklidir. Deney yapmazsak doğruluğunu ispatlayamayız. Kesin bir sonuca ulaşamayız.” Öğrenci 59

“Bilimsel bilginin kesin ve kabul görmesi için gözlem ve deneyler gereklidir.” Öğrenci 12

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve ispatlanması için deneyin gerekli olduğu düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplar, derslerde yapılan tartışmalarla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Kutunun altındaki nesnenin demir ya da tahta olduğuna karar verdin. Ama ben sana nesne nedir diye sordum buna karar verebilir misin?

Öğrenciler: Hayır

A: Bir bilim adamını düşünün bilmediği bir şeyle ilgili deney yapıyor ve tahminler yürütüyor. Sonucun ne olacağını tam olarak bilebilir mi?

Öğrenciler: Hayır

A: Ne yapması gerekiyor peki sonuca ulaşabilmesi için? Ne tip çalışmalar yapması gerekiyor?

Ö8: Veri toplaması gerekiyor.

A: Veriyi nasıl toplayacak? Ne tip çalışmalar yaparak veriyi toplayacak?

Mustafa: Mesela burada misketi atabilir.

A: Misketi attığı zaman ne yapıyor?

Ö10: Deney yapıyor.

Ö17: Tahmin ettiği şeylerle ilgili çalışacak, o malzemeleri kullanarak sonucu bulacak.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları yapmış oldukları aktivitenin sonucuna ulaşmak için çeşitli denemeler yapmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının da yapmış oldukları çalışmaların sonuçlarına, çeşitli denemeler yaparak ulaştıklarını düşünmektedirler.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF'nda da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%76) bilim insanlarının çalışmalarının sonuçlarından emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtirken; öğretmen adaylarının %48'i de bilginin doğruluğunun ispatlanması ve kanıt sağlanması için deneyin uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %24'ü, deneyi ispat yapma olarak açıklamış; buna karşın öğretmen adaylarının %43'ü de deneyin, teorik bilginin görselleştirilmesi olduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç, öğretmen adaylarının bilimsel çalışma yapılırken deneylerin gerekli olduğu ve daha çok ispat yapma amacıyla uygulandığını düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Ayrıca elde edilen sonuçların birbirine paralel olması, öğretmen adaylarının uygulanan ölçme araçlarına tutarlı cevaplar verdiklerini gösterir niteliktedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin düşünceleri, VNOS-C ölçeğinde yer alan birinci soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda da belirlenmiştir. İlgili soruya vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının bilimin “bilinmeyene cevap vermek amacıyla yapılan gözlem, deney ve araştırmalardan oluşan bilgi birikimi” olduğunu; ayrıca “deney ve gözleme dayanması, kanıtlanabilir olması, evrensel, objektif ve kesin olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları BDHGF’nda de benzer cevaplar vermişlerdir. Buna göre öğretmen adaylarının %43’ü bilimin objektif ve evrensel olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğretmen adayları bilimin, deneye dayalı olduğunu ve izlediği yöntemin farklı olduğunu da belirtmişlerdir.

4.1.1.4.Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Son testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümü “bazı bilim dallarında deneyin olmaması, gözlem ve araştırma gibi farklı yöntemlerin kullanılarak sonucun bulunabilmesi” nedeniyle deneyin gerekli olmadığını belirtmişlerdir. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü “bilginin ispatlanması” için deneyin gerekli olduğunu; bir bölümü de “deneyin gerekli olduğunu ancak tek yol olmadığı; gözlem ve anket çalışmaları yapılarak da sonuca ulaşılabileceğini” belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları deneyin “ispat yapma, problemleri çözmek ve bilimsel bilgiye ulaşmak için yapılan çalışma” olduğunu düşünmektedirler.

Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının %48’i deneyin gerekli olmadığını,%29’u gerekli olduğu, %14’ü ise hem gerekli olduğu hem de olmadığını

düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının, deneyin gerekliliğine ve ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamaları aşağıdaki alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney, bilimsel araştırma yaparken hipotezimizin doğruluğunu veya yanlışlığını ispatlamak için yaptığımız çalışma.” Öğrenci 7

“Evet deney gereklidir. Çünkü insanları inandırabilmek için bir ispatınun olması gerekir. Bunu da deneylerle ancak yapabilirsiniz.” Öğrenci 13

“Her zaman deney gerektirecek diye bir şey diyemeyiz. Tarih bilimi konusunda araştırma yapmak da bir bilimsel çalışmadır. Fakat deney yapmayız.” Öğrenci 7

“Hem evet, hem hayır. Sayısal bilgilerle ilerleyen bilim dallarında deney şarttır. (fen bilimleri) Sözel olan bilim dallarında deney şart değildir. (Tarih) (felsefe).” Öğrenci 20

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin gerekliliğine ilişkin farklı düşünceler içerisindeyler. Deneyin gerekli olduğunu düşünen öğretmen adaylarının görüşleri aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Bilimsel bilginin oluşmasında deney gerekli midir sorusuna ön ve son testte evet şeklinde cevap vermişsin. Şu anda da bu şekilde düşünüyorsun sanırım. Az önceki tarih örneğinden yola çıkarak açıklayabilir misin?

Ö7:Orada yapamadığımız için. Keşke yapabilesek. Diğer bilim dallarında olduğu gibi yaşayabilesek ya da uygulayabilesek ne kadar iyi olur. Tarihi bilgilerin doğruluğuna inanamayız. Çünkü yazan kişi kendi bakış açısına göre yorumladığı için sonuçlar farklı olabilir. Ya da bize ulaşan şeyler herkese, kendine göre yorumladığı için tam doğru bilgiye hiçbir zaman ulaşamayız.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde deneyin gerekli olduğunu düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayı, deneyin yapılmadığı durumlarda elde edilen bilgilerin doğruluğundan emin olunamayacağını da belirtmiştir. Aşağıdaki alıntıda ise deneyin gerekli olmadığını düşünen öğretmen adaylarının görüşleri örneklenmektedir.

A: Bilimsel bilginin elde edilmesi için deney gerekli midir?

Ö8: Her bilim dalında yok. Ama gözlem her bilim dalında yer alıyor. Bence laboratuvar ortamında deneyler yer alır. Farklı alanlarda deney olmaz. Başka alanlarda nasıl deney olabilir ki? Başka alanlarda gözlem olur. Tarihi araştırmak isteyen bir kişi bir savaşın olup olmadığını merak ediyor, o savaşın yapıldığı yerlere gidip gözlemler yapar, kalıntılara bakar. Yani deney yoktur.

Soruya verilen cevapta görüldüğü gibi öğretmen adayı farklı bilim dallarında yapılan çalışmalardan yola çıkarak soruyu cevaplamıştır. Ayrıca yapmış olduğu açıklamalara göre öğretmen adayının, deney kavramını laboratuvar ortamında yapılan çalışmalarla özdeşleştirdiği görülmektedir. Buna göre öğretmen adayı, farklı bilim dallarında gözleme bağlı olarak yapılan çalışmaların deneysel olmadığını; buna bağlı olarak da her bilim dalında deneyin yer alamayacağı yönünde açıklamada bulunmuştur. Öğretmen adayının görüşme sürecinde yapmış olduğu bu açıklama, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paraleldir.

Bilimsel bilgi elde edilirken deneyin hem gerekli olduğu hem de olmadığını düşünen öğretmen adaylarının görüşleri ise, aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Bilimsel bilginin oluşmasında deney gerekli midir sorusuna, ön testte “evet deney olmadan bilim olmaz” demişsin, son testte de” hayır her bilim dalında deney olmaz ve deneye gerek yoktur” demişsin. Şu an ne düşünüyorsun?

Ö6: Bazı aşamalarda gereklidir. Mesela sadece gözlemin yapıldığı çalışmalarda deney gerekli olmayabilir. Ama araç-gereç kullanılacak çalışmalarda deney gereklidir diyebiliriz.

A: Bu durumda senin görüşlerin şu an ikisinin arasındadır diyebilir miyiz? Yani deney gereklidir diyorsun ama bazen gerekli olmayabilir de diyorsun.

Ö6: Evet

Yapmış olduğu açıklamada öğretmen adayı, farklı alanlarda yapılan çalışmalara göre soruyu cevaplamıştır. Buna göre öğretmen adayı araç-gereç kullanımına bağlı olarak yürütülen çalışmalarda deneyin gerekli olduğunu, ancak gözleme dayalı çalışmalarda deney sonuçlarına bağlı kalınmadan doğrudan gözlem sonuçlarıyla çalışmaların yürütüleceğini düşünmektedir.

Benzer sonuçlar BDHGF’nda da elde edilmiştir. Buna göre öğretmen adayları BDHGF’nda da bilim insanlarının çalışmalarını yaparken deneyleri kullanmaları gerektiğini belirtmiş; bunun yanı sıra inceleme, araştırma ve ön bilgilerin de kullanıldığı açıklamasında bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları, bilginin doğruluğunun ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen bu sonuçların yanı sıra VNOS-C ölçeğinde yer alan birinci soruya vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adayları bilimin “bilmediklerimizi, çevremizi ve evreni anlamamızı sağlayan deney ve gözleme dayalı evrensel bilgi” olduğu; ayrıca “deney ve gözleme dayalı, kesin, kanıtlanabilir, evrensel ve yönteminin farklı olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Elde edilen bu sonuçlar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Her iki veri toplama aracında da öğretmen adayları bilimin, deney ve gözleme dayalı bilgi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca BDHGF’nda öğretmen adaylarının %62’si, bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşünmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının %52’si de bilimin evrensel ve objektif olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Bu bağlamda her iki veri toplama arcından elde edilen sonuçların birbirine paralel ve tutarlı olduğu söylenebilir.

VNOS-C ölçeğinde bilimin ne olduğuna ilişkin sorulan soruya verilen cevaplar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında, son testte öğretmen adaylarının bilimin ne

olduğuna ilişkin daha farklı dűşünceler ortaya attıkları tespit edilmiştir. Buna göre son testte daha fazla sayıda öğretmen adayı, bilimin bilgi birikimi olduğunu belirtmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları ön testte bilimin gözlem, deney ve araştırma çalışmaları olduğunu düşünürken; son testte bu şekilde bir açıklamada bulunmamıştır. Ayrıca ön ve son testte aynı sayıda öğretmen adayı bilimin, bilinmeyi bulma olduğu yönünde açıklamada bulunmuştur. “Bilimi farklı kılan nedir?” sorusuna ise öğretmen adaylarının ön ve son uygulamada birbirine benzer cevaplar verdiği görülmektedir. Ancak ön ve son testte öğretmen adaylarının, ifade ettikleri düşüncelere farklı oranlarda katıldıkları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları ön testte bilimin objektif olduğu yönündeki açıklamalarına, son testte yer vermemişlerdir. Benzer bir şekilde öğretmen adayları son testte bilimin yönteminin farklı olması şeklindeki açıklamalarına ön testte yer vermemişlerdir.

Bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre, ön testte öğretmen adaylarının tamamı bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve kesinleştirilmesi için deneyin gerekli olduğunu düşünürken; son testte öğretmen adaylarının yalnızca %29’unun bilginin ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca son testte öğretmen adaylarının %48’inin bazı bilim dallarında deneyin olmaması, gözlem ve araştırma gibi farklı yöntemler kullanılarak da sonucun bulunabilmesi nedeniyle deneyin gerekli olmadığını; %14’ünün ise deneyin gerekli olduğunu ancak tek yol olmadığını, gözlem ve anket çalışmaları yapılarak da sonuca ulaşılabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonucun derslerde yapılan, bilim ve diğer disiplinlerin aynı olup olmadığı ve bu alanların birbirinden nasıl ayrıldığı gibi, tartışmalarla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalar öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde verilerin önemli olduğunu düşündüklerini, ancak verilerin hangi yolla elde edileceği konusunda çelişki içerisinde olduklarını gösterir niteliktedir. Bu sonucun öğretmen adaylarının, deney kavramına ilişkin sahip oldukları tanımlamayla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ön testte öğretmen adayları deneyi; ispat yapma, her hangi bir sorunu çözmek için

gözlem yapma ve laboratuarda yapılan ölçüm ve değerlendirme olarak açıklarken; son testte ispat yapma, problemleri çözmek ve bilimsel bilgiye ulaşmak için yapılan çalışma olarak açıkladıkları tespit edilmiştir.

4.1.1.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı “bilginin somutlaştırılarak kesinleştirilmesi ve doğruluğunun kanıtlanması” için deneyin gerekli olduğunu ve deneyin “laboratuarda yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda ispat yapma” olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının tamamının, bilimsel bilginin oluşturulması için deneyin gerekli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının, deneyin ne olduğu ve neden gerekli olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilginin ispatlanması için yapılan çalışmadır. Ölçüm aletleri kullanıldığı için doğru bilgi daha kolay ispatlanır.” Öğrenci 8

“Hipotezi ispatlamak için yapılan çalışmadır. Laboratuarda yapılır. Gözleme dayalıdır.” Öğrenci 54

“Kesinlikle gereklidir. Çünkü bilim somutluk ister. Kurulan hipotezin doğruluğu için ikna edici nedenler ister.” Öğrenci 23

“Bilimsel bilginin oluşması için o bilginin doğruluğunun ispatlanması gereklidir. Deney de bunun en iyi yoludur. Deneylerle kurduğumuz hipotezin doğruluğunu araştırırız, bizi sonuca götüren odur.” Öğrenci 47

Alıntılarda görüldüğü gibi öğretmen adayları bilginin ispatlanması ve somutlaştırılması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları deneyin ne olduğuna ilişkin benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları deneyin laboratuarda yapıldığı, belirli ölçüm aletleri kullanıldığı ve gözleme dayandığını da belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF'nda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%90) bilim insanlarının çalışmalarının sonuçlarından emin olmak için deneyleri kullandıklarını, ayrıca deneyin ispat yapmak ve kanıt sağlamak amacıyla gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca BDHGF'nda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyin, verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olduğunu; buna karşın %30'u da deneyin ispat yapma olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen bu sonuçların yanı sıra VNOS-C ölçeğinde yer alan birinci soruya vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının bilimin “gözlem, deney ve araştırma sonucuna bağlı olarak elde edilen ve kanıtlanan bilgi birikimi” olduğunu; ayrıca “deney ve gözleme dayanarak ispatlanması, kesin olması, objektif, evrensel ve somut olması” nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar BDHGF'nda da elde edilmiştir. Bilimin doğasını değerlendirme ölçeğinde öğretmen adaylarının %65'i bilimin deney ve gözlemlerle elde edilen bilgi birikimi olduğunu belirtirken; %40'ı da deneyin gözlem, araştırma ve inceleme çalışmaları olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının %60'ı bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirini destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

4.1.1.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “bilginin ispatlanması ve bilimsel çalışma basamağı olması” nedeniyle deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü “gözlem yapılarak da sonuca ulaşılabileceğı için” deneyin gerekli olmadığı açıklamasında bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları deneyin “problemleri çözmek, gözlemleri test etmek ve hipotezin doğruluk/yanlışığını test etmek için ispat yapma” olduğunu düşünmektedirler.

Son testten elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının %90’ı bilimsel bilginin oluşturulması için deneyin gerekli olduğunu; %10’u ise gerekli olmadığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının, deneyin gerekliliğine ve ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney gözlemleri test eder, hipotezi ispatlar, teorik bilgiyi görsel hale getirir.” Öğrenci 4

“Evet gereklidir. Bilimsel problemi çözmek için aşamalarına uymak gerekir. Aşamalarında da deney var. Deneyi gözlemleyerek daha kesin bilgilere ulaşılabilir.” Öğrenci 2

“Evet deney gereklidir. Doğru bilgiyi kanıtlama ve diğer insanlara veri hakkında ispat yapabilmek için gereklidir.” Öğrenci 3

“Deney her zaman mümkün olmayabilir. Bazen sonuca gözlemle ulaşılır. Bir biyolog çeşitli hayvanların dişlerini inceleyerek etçil veya otçul hayvanların dişlerinin benzediğini görüp genelleme yapabilir.” Öğrenci 20

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları deneyin neden gerekli olduğuna ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF’nda, öğretmen adaylarının %90’ı bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak ve ispat yapmak için deneylerin kullanılması gerektiğini

belirtmişlerdir. Ayrıca BDHGF’nda yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları deneyin; gözlemleri test etme, teorik bilgiyi görsel hale getirme ve verileri kontrollü gözlemlerle olduğunu belirtmişlerdir.

Elde edilen bu sonuçların yanı sıra VNOS-C ölçeğinde yer alan birinci soruya vermiş oldukları cevaplarda da öğretmen adayları bilimin “bilmediklerimizin cevabını bulmak için insanlık yararına yapılan deney ve gözleme dayalı elde edilen bilgi” olduğu; ayrıca “deney ve gözleme dayanarak kanıtlanabilmesi ve kesin olması, somut ifadelerle ilgilenmesi, değişebilir olması ve evrensel olması” nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. BDHGF’na vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adaylarının %65’i bilimin gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının tümü; %35’i ise bilimin bilinmeyenini bulma; deney ve gözlem yardımıyla elde edilen bilgi birikimi olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşünmektedirler.

Bilimle ilgili sorulara verilen cevaplar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında; öğretmen adaylarının ön testte bilimin deney, gözlem ve araştırma çalışması olduğunu belirttikleri; son testte ise bu şekilde bir görüş belirtmedikleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları ön testte bilimin bilgi birikimi olduğunu; son testte ise bu bilgi birikiminin deney ve gözlem sonucuna bağlı olarak oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları son testte, bilimin topluma olan katkısını ön plana çıkaracak nitelikte cevaplar vermişlerdir. “Bilimi diğer disiplinlerden farklı kılan nedir?” sorusuna vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adaylarının hemen hemen birbirine benzer cevaplar verdikleri; buna karşın vermiş oldukları cevapların oranlarında değişiklik olduğu görülmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları ön testte en fazla sıklıkla vermiş oldukları objektif olma, cevabına son testte yer vermemişlerdir. Benzer bir şekilde öğretmen adayları son testte, bilimin değişebilir nitelikte olduğunu belirtmişlerdir.

Deneyin gerekliliğine ilişkin sorulara verilen cevaplar karşılaştırıldığında, ön ve son test açısından önemli bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre ön testte öğretmen adaylarının tamamı deneyin gerekli olduğu yönünde açıklamada bulunurken; son testte iki öğretmen adayının deneyin gerekli olmadığını belirttikleri tespit edilmiştir. Deneyin gerekli olduğunu belirten öğretmen adaylarının, bunun nedenine ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ise ön teste göre farklılaşmıştır. Son testte, ön testten farklı olarak, öğretmen adayları deneyin bir basamak olması nedeniyle uygulanması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hem ön hem de son testte, deneyin bilginin ispatlanması için gerekli olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Son testte deneyin gerekli olmadığı yönünde açıklamada bulunan öğretmen adayları, bazı çalışmalarda gözlemlerle de sonuca ulaşabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının deneyin ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında ise, ön testte daha fazla oranda öğretmen adayının deneyin ispat yapma olduğunu düşündüğü, son testte ise bu oranın değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilimsel bilginin oluşturulmasında kanıtların rolünün, önemli olduğunu düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.2.Bilimsel Teoriler ve Kanunlara İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının teori ve kanunlarla ilgili anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla VNOS-C ölçeğinde yer alan beşinci soru değerlendirilmiştir. Soruda öğretmen adaylarından teori ve kanun arasında her hangi bir farklılık olup olmadığını açıklamaları istenmiştir.

4.1.2.1.Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları teori ile kanun arasındaki farklılıkları “*değişebilir olma/olmama, kanıtlanabilir olma/olmama, herkes tarafından kabul edilme/edilmeme ve teorilerin kanunları oluşturması*” olarak açıklamışlardır.

Elde edilen sonuca göre, deney I grubundaki öğretmen adaylarının %48'i teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “değişebilir olma/olmama” olarak ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teori değişir, eksikleri olabilir. Kanun ise kusursuzdur, değişmez.” Öğrenci 28

“Teori kanıtlanmamış bilgi, kanun ise doğruluğu ispatlanmış bilgidir.” Öğrenci 7

“Teoriyi bir topluluk kabul eder. Kanunu herkes kabul eder.” Öğrenci 6

“Kanun teorinin oluşum sürecini tamamlamış halidir. Kanunlara bir şey eklenip çıkarılmaz.” Öğrenci 39

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte ve bunun nedenine ilişkin farklı görüşler ortaya atmaktadırlar. Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplar, derslerde yapılan tartışmalarda tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Teori nedir?

Ö11: Bir şey düşünülüyor. Ama bu sadece düşünme aşamasında. Kanıt yok.

Ö10: Tahmin yapmazsa öylece kalır hipotez olarak.

A: Hipotez nedir?

Ö10: Herhangi bir konu hakkında bilgisi olmadan tahmin yürütmesi

A: Peki, teori nedir?

Ö3: Teori, tahminlerimizdir ya da tahminlerin bir araya toplanarak yorumlanması.

Ö5: Bilgilerimizi kullanarak tahmin yürütme

A: Peki bilimsel bilgi değişebilir mi değişemez mi?

Sınıf: Değişir.

A: Kanun olan bir şey değişir mi?

Ö21: Sistem değişti araştırmalar gelişti, tersi bulunur ispatlanırsa değişir.

Ö: Bilim adamları bilgiyi bulurken deney yapıyor, tahmin yapıyor. Bilgi değişmez.

Sınıf: Bilgi kanunsa değişmez, teoriyse değişir.

Ö18: Atom modellerine bakalım. İlk olarak teori halinde. Sürekli olarak bir şey bulunuyor ve bilgi değişiyor. Ama yer çekimi kanunu kesindir. Herkes kabul eder değişmez.

Ö2: Teori günümüzde kullanılan şeyler. Gelecekte olacak şeyler doğrultusunda bilgi değişebilir. Aslında kanun da değişebilir.

Ö5: Aslında kesin bir bilgiye ulaştık diyemeyiz. İleride bir gelişme olur, sonuç değişir. Atom modellerini bulanlar da yanlış bir şey buldum diye ortaya çıkmadı. İmkânlar o ölçüdeydi. Başka bir şey bulununca da bilgi de değişti.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin tahminlerimiz olduğunu ve kanıtlanmadığını düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adayları, teorilerin değişebileceğini ve gelişime açık olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü kanunların değişmeyeceğini; bir bölümü ise değişebileceğini ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde vermiş oldukları cevaplar, BDHGF'na verilen cevaplarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF'nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %83'ü, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak açıklamış; ayrıca öğretmen adaylarının %87'si de hipotezlerin teorileri, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuca karşılık öğretmen adaylarının %13'ü de teori ile kanun arasında her hangi bir ilişki olmadığı açıklamasında bulunmuşlardır.

4.1.2.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları son testte teori ile kanun arasındaki farklılıkları “değişebilir olma/olmama, kanıtlanabilir olma/olmama, herkes tarafından kabul edilme/edilmeme ve teorilerin kanunları oluşturması” olarak ifade etmişlerdir.

Deney I grubunda yer alan öğretmen adaylarının büyük bir bölümü teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “değişebilir olma/olmama” ve “kanıtlanabilir olma/olmama” olarak tanımlamışlardır. Buna göre öğretmen adayları teorilerin değişebileceğini ve kanıtlanmadığını; kanunların ise değişmeyeceğini ve kanıtlandığını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Evet vardır. Teori tüm bilim adamları tarafından doğruluğu kanıtlanmamıştır. Kanun ise kesinlikle doğrudur.” Öğrenci 5

“Var. Teori zamanla değişime uğrayabilir. Fakat kanunlar kesin doğruluğu kabul edilmiş şeylerdir. Değişmez.” Öğrenci 17

“Var. Teori herkes tarafından kabul görmemiş fikirlere sahiptir. Kanun ise herkes tarafından kabul görmüş fikirlere sahiptir.” Öğrenci 21

“Farklıdır. Teoriyi herkes kabul görmemiştir. Eğer teoriyi herkes kabul görürse kanun olur.” Öğrenci 11

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte ve bunun nedenine ilişkin farklı görüşler ortaya atmaktadırlar.

Öğretmen adayları, benzer açıklamaları etkinlikler sonrasında yapılan görüşmelerde de belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamaları örneklemektedir.

A:Teori ve kanun arasındaki farkı açıklarken teori kesin değildir, kanun kesindir şeklinde bir açıklama yapmışsın hem ön testte hem de son testte. Şu an ki düşüncelerinde bu yönde mi?

Ö8:Teori, yapılan deneylerin sonucunda hepsinde aynı sonuca ulaşamaması sonucunda teori olarak kalmıştır. Herkes tarafından kabul edilseydi zaten kanun olurdu. Teori deneye kadar olan kısımdır, kanun ise deneyden sonra olan kısımdır. Yani herkes tarafından kabul gören kısımdır.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı kanunun deney aşamasından geçtiğini, teorinin ise bu aşamadan önce olduğunu; teorilerin deney aşamasından geçip herkes tarafından kabul edilirse kanun haline geleceğini düşünmektedir. Başka bir öğretmen adayının, görüşme sürecinde yapmış olduğu açıklama ise aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: “Teori ve kanun arasında fark var mıdır?” sorusuna sen olduğunu söylemişsin hem ön testte hem de son testte “teorinin değişeceğini” ifade etmişsin. “Kanun herkes tarafından kabul edilmiştir, teori kabul edilmemiştir” demişsin. Şu an ne düşünüyorsun?

Ö1:Onu ben yanlış söylemişim şimdi değiştiriyorum. Edilmeyebilir olacak. Kanunlar teoriden gelir. Sonuçta teori doğrudan olabilir. Teori olmasının nedeni bu basamağa geçmek zorunda olması. Herkes tarafından kabul edilmeyebilir, ama edilebilir de ben edilmez demişim bunu yanlış söylemişim.

A: O halde sen burada bir aşamalandırma yapıyorsun? Doğrudan kanun oluşamaz mı? Ya da teori basamağına kadar gelip de kalamaz mı?

Ö1: Teori kanundan bir önceki basamak, bir üstteki basamağa gelmek için bir öncekine basmak gerekir.

A: Neden böyle bir aşamalandırma yapıyorsun? Doğrudan kanun oluşamaz mı? Ya da teori basamağına kadar gelip de kalamaz mı?

Ö1: Evrensel bir dünyada yaşıyoruz, yani herkesin görüşünü belirttiği bir yerdeyiz. Biri çıkar o doğru der, ama herkes kabul etmez bunu. Söylenenlerin önce ispat edilmesi gerekiyor. Mesela bir arkadaşım bir şey bulmuş, gelip bana anlatıyor. Ben bunu doğrudan kabul etmem, ilk olarak bunu ispatlamasını isterim. Mesela gözlem yaptırırım. Sonra ben ikna

olursam gider diğer kişilerle paylaşırım. Sonra herkes tarafından kabul edilen şey tüm dünyaya yayılır. Herkes kabul etmezse yani bir itiraz olursa tepki hemen meydana gelir, sonucu bir kişi bile kabul etmezse ileri aşamaya geçmez.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı yapmış olduğu açıklamada, teorilerin kanundan önceki basamak olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğretmen adayı kanunların doğrudan oluşamayacağını; kanunların oluşabilmesi için çeşitli basamaklardan geçmesi gerektiğini düşünmektedir. Buna göre öğretmen adayı kanunun oluşabilmesi için; öncelikle mevcut düşüncenin ispat edilmesinin gerektiğini, sonrasında ise aksi bulunmazsa tüm dünyaya yayılarak evrenselleşeceğini belirtmiştir.

Elde edilen sonuçlar BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paraleldir. Buna göre BDHGF'nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %74'ü, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının teorilerin kanunları oluşturduğuna ilişkin görüşleri, BDHGF'nda da tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının %74'ü hipotezlerin teorileri oluşturduğu, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç, mevcut verilerin birbiriyle tutarlı olduğunu gösterir niteliktedir.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin elde edilen sonuçlar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında, soruya verilen cevapların birbirine benzer olduğu; ancak cevaplara ilişkin oranların farklılaştığı görülmektedir. Öğretmen adayları, hem ön hem de son testte, teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu ve aralarında hiyerarşik bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Dickinson, Abd-El Khalick ve Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada da bu çalışmadakine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra araştırmada, son testte daha fazla sayıda öğretmen adayının teorilerin kanunları oluşturduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının teori ve kanun hakkındaki mevcut yanlışlarının giderilemediğini göstermektedir. Ayrıca öğretmen adayları

teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekle birlikte; bu farklılığın nedenine ilişkin yeterli açıklamalarda bulunamamışlardır. Bu sonuç öğretmen adaylarının teori ve kanun arasındaki ilişkiyi yeterli bir şekilde kavrayamadıklarını, bu bağlamda uygulanan öğretim tasarımının bilimsel bilginin doğasına ilişkin, bu boyutta, yeterli kazanıma neden olmadığını gösterir niteliktedir. Ayvacı'nın (2007) yapmış olduğu araştırmada da uygulama sonrasında, öğretmen adaylarının bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin kazanımlarının yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

4.1.2.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları teori ile kanun arasındaki farklılığı “değişebilir olma/olmama, herkes tarafından kabul edilme/edilmeme, kanıtlanabilir olma/olmama ve teorilerin kanunları oluşturması” olarak açıklamışlardır.

Elde edilen sonuca göre, öğretmen adaylarının %70'i teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “değişebilir olma/olmama” olarak ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilimsel teori kanunlaşabilecek kadar görmüş ve güçlü değildir. Bu yüzden değiştirilebilir. Kanun ise değiştirilemez.” Öğrenci 9

“Bilimsel teori herkesçe kabul edilmemiştir ama bilimsel kanunu herkes kabul etmiştir.” Öğrenci 18

“Teori değişebilir. Kanun ise teorinin ispatlanmış, kökleşmiş halidir. Değişmez.” Öğrenci 46

Alıntılarda görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte, ayrıca bunun nedenine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmaktadır.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplar, derslerde yapılan tartışmalarla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örnekleemektedir.

A: Teori nedir? Kanun nedir?

Ö21: Kanun herkesin kabul ettiği şey, teoride değiştirilebilir kanun haline gelmemiş.

A: Teori kanun mu oluyor bu durumda?

Ö21: Hayır.

A: Tek başına kanun ortaya çıkabilir mi?

Ö18: Hayır. Teori ispatlanınca kanuna dönüşür. Daha çok kabul aldığı zaman, doğruluğundan emin olduğumuz zaman, herkes tarafından kabul olduğu zaman kanuna dönüşür.

A: Her oluşan kanun teoriden kanuna geçişle mi olmuştur? Tek başına bir kanun ortaya çıkamaz mı?

Ö7: Hayır.

Ö1: Bence kanunlar ilk olarak teori olarak ortaya çıkar. Tüm bilim adamları bunu kabul ederse kanun haline dönüşür.

Ö7: Hayır hocam bence teoriden kanuna geçiş olmak zorunda değil. Mesela suyun kaldırma kuvveti kanun doğrudan gözlem yapılarak kanun haline dönüşmüştür.

Ö1: Bence Newton ilk olarak böyle bir şeyin olabileceğini düşünmüş ve bunu teori olarak kabul etmiş. Ancak bunu diğer bilim adamlarıyla paylaşıp kabul gördükten sonra kanun haline gelmiş. Yani teoriden kanuna dönüşmüş. Doğrudan doğruya kanun halinde ortaya çıkmamıştır. Eğer bunu ilk çıktığı haliyle kabul etseydi bu teori olacaktı. Kanun olmazdı zaten.

Ö8: Zamanla kökleşmesi lazım. Direk kanun olarak kabul edilemez. Herkes tarafından kabul edilmesi lazım. Kökleşmesi lazım.

Ö2: Mesela yer çekimi “m.g” bunu bulduktan sonra insanlara ispatlaması gerek. Hemen ben kanun buldum diyemez. Böyle bir şey yok hocam.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının genellikle, teorilerin değişebilirliği üzerine vurguda buldukları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları kanunların herkes tarafından kabul edildiğini, teorilerin ise edilmediğini düşünmektedirler. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları, kanunların doğrudan oluşmayacağı; ancak teorilerin ispatlanmasıyla oluşacağı üzerine vurgu yapmışlardır. Yapılan tartışmalarda öğretmen adaylarının neden böyle düşündüklerinin ayrıntılı bir şekilde tespit edilmesi için, günlük yaşamdan örneklere yer verilmiş ve mevcut düşüncelerini bu örnek doğrultusunda tekrar gözden geçirmeleri sağlanmıştır. Ancak yapılan tartışmalar sonucunda öğretmen adaylarının, kanunların teorilerin ispatlanmasıyla oluşacağına ilişkin düşüncelerinde her hangi bir farklılık oluşturulamamıştır. Buna karşın bir öğretmen adayı, kanunların doğrudan ortaya çıkabileceğine ilişkin düşüncelerini belirtmiş, yapmış olduğu açıklamayı ise günlük hayattan bir örnekle desteklemiştir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde vermiş oldukları cevaplar, BDHGF'na verilen cevaplarla da paraleldir. Buna göre BDHGF'nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %95'i, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak açıklamış; ayrıca öğretmen adaylarının %76'sı hipotezlerin teorileri, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir.

4.1.2.4.Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları teori ile kanun arasındaki farklılıkları “*değişebilir olma/olmama, tüm dünyada kabul görme/görmeme ve teorilerin kanunlara dönüşmesi*” olarak açıklamışlardır.

Deney II grubunda yer alan öğretmen adaylarının büyük bir bölümü teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “değişebilir olma/olmama” olarak tanımlamışlardır. Buna göre öğretmen adayları teorilerin değişeceğini; kanunların ise değişmeyeceğini

belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Evet vardır. Bir teorinin kanun olması için bütün bilim adamlarınca ve dünyaca kabul görmesi lazım.” Öğrenci 13

“Kanun teorinin kanıtlanmış ve herkes tarafından benimsenmiş halidir. Kanun değiştirilemez ama teori değiştirilebilir. Kanun kesindir.” Öğrenci 10

“Kanunlar teorilerden meydana gelir. Teoriler ise hipotezlerden oluşur. Kanunlar asla çürütülemezler. Teoriler ise çürütülebilirler. Kanunları herkes kabul etmek zorundadır.” Öğrenci 11

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte ve bunun nedenine ilişkin farklı görüşler ortaya atmaktadırlar.

Öğretmen adayları, benzer açıklamaları etkinlikler sonrasında yapılan görüşmelerde de yapmışlardır. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Teori ile kanun arasında fark var mıdır sorusuna ön testte kanun değişmez, kanun evrenseldir şeklinde bir cevap vermişsin. Son testte kanun teorinin herkesçe kabul görmüş halidir; teori ise hipotezin kanıtlanmış halidir şeklinde bir cevap vermişsin. Şu an ne düşünüyorsun. Fikirlerin hala bu yönde mi? Evrensellikten anladığın nedir?

Ö7: Herkes tarafından kabul edilmiş. Herkes sonucun öyle olduğuna inanmış. O zaman kanun evrensel oluyor. Ama mesela şu an kanun değişebilir diye de düşünüyorum. Pek emin olamıyorum.

A: Yaptığın açıklamada bir sıralama var gibi görünüyor. Böyle bir sıralama söz konusu mu? Yani önce hipotez sonra teori sonra da kanun mu olur?

Ö7: Mantıken düşününce önce hipotezini ortaya koyuyorsun. Hipotez doğru ise teoriye dönüşüyor. Sonra da kanuna dönüşüyor. Teori herkes tarafından kabul görünce kanun oluyor.

A: Kanun tek başına oluşamaz mı?

Ö7: Kanun tek başına nasıl oluşacak ki? Arada uçurum atlamak gibi geliyor bana. Sanki kısa yolu kullanmak varken uzun yolu tercih etmek gibi.

A: Ne olur bu şekilde bir atlayış olursa?

Ö7: Arada eksik bilgiler olabilir. Bilgi aktarımında sorun çıkabilir. Kanun sonra iptal olabilir. Bir hata olur gibi geliyor. Teori herkes tarafından emin olunduktan sonra kanun haline gelmesi daha mantıklı geliyor.

Öğretmen adayının görüşme sürecinde soruya ilişkin yapmış olduğu açıklama, soruya verilen cevapların birçoğunu yansıtmaktadır. Öğretmen adayı kanunların herkes tarafından kabul edildiğini, dolayısıyla evrensel olduğunu düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayı, diğer öğretmen adaylarının yaptığı açıklamalarda olduğu gibi, teori ile kanun arasında hiyerarşik bir ilişkiden söz etmiştir. Bu bağlamda öğretmen adayı hipotez, teori ve kanun arasında mevcut bir hiyerarşi olduğunu düşünmektedir. Öğretmen adayının, kanunların doğrudan oluşamayacağını; elde edilen bilginin öncelikli olarak teori aşamasından geçerek test edilmesi gerektiğini, aksi durumda elde edilen bilgide eksikliklerin olacağını düşündüğü görülmektedir. Yapmış olduğu açıklamaların yanı sıra öğretmen adayının kanunların değişebilir olma/olmamasına ilişkin düşüncelerinde çelişkilerin olduğu da tespit edilmiştir. Öğretmen adayı kanunların değişmeyeceğini belirtmekle birlikte; değişebileceğine ilişkin açıklamada da bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF'nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %90'ı, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının teorilerin kanunları oluşturduğuna ilişkin görüşleri, BDHGF'nda da tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının %90'ı hipotezlerin teorileri, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç, mevcut verilerin birbiriyle tutarlı olduğunu gösterir niteliktedir.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin elde edilen sonuçlar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında, soruya verilen cevapların birbirine benzer olduğu; ancak cevaplara ilişkin oranların farklılaştığı görülmektedir. Elde edilen sonuçlara göre hem ön test hem de son testte öğretmen adaylarının, teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu ve aralarında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Matkins ve Bell (2007) ile Köksal'ın (2010) yapmış oldukları araştırmalarda da bu araştırmadakine benzer sonuçlar elde edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının hem ön hem de son testte, teori ve kanun arasındaki en önemli farklılığı değişebilir olma/olmama olarak ifade ettikleri, ancak son testte bu şekilde açıklamada bulunan öğretmen adaylarının sayısının ön teste göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca son testte daha fazla sayıda öğretmen adayı teorilerin kanunları oluşturmasına ilişkin açıklamada bulunmuştur.

4.1.2.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları teori ile kanun arasındaki farkları “*değişebilir olma/olmama, evrensel olma/olmama ve teorilerin kanunları oluşturması*” olarak ifade etmişlerdir.

Elde edilen sonuca göre, öğretmen adaylarının %80'i teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “*değişebilir olma/olmama*” olarak ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilimsel teori değişebilir. Bilimsel kanun kesinlikle değiştirilemez.” Öğrenci 20

“Tabii ki vardır. Çünkü bilimsel teorinin ucu açıktır. Kanun ise nokta konulmuştur, yani herkes tarafından kabul görüp evrenseldir.” Öğrenci 24

“Kanun teorinin ispatlanmış ve değiştirilemez halidir.” Öğrenci 34

Alıntılarda görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte, ayrıca bunun nedenine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmaktadırlar.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplar ile BDHGF’ndan elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu tespit edilmiştir. Buna göre BDHGF’nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %95’i, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak açıklamış; ayrıca öğretmen adaylarının %95’i de hipotezlerin teorileri, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirine paralel olması, öğretmen adaylarının soruları samimi bir şekilde cevapladığını ve elde edilen sonuçların geçerli olduğunu göstermektedir.

4.1.2.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları teori ile kanun arasındaki farkları “değişebilir olma/olmama, ispatlanabilir olma/olmama, teorilerin kanunları oluşturması ve kanunların evrensel olması” olarak açıklamışlardır.

Öğretmen adaylarının büyük bir bölümü teori ile kanun arasındaki en önemli farklılığı “değişebilir olma/olmama” olarak tanımlamışlardır. Buna göre öğretmen adayları teorilerin değişeceğini; kanunların ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilimsel teori yeni bulgularla değişebilir. Bilimsel kanun ise değişmez. Evrenseldir.” Öğrenci 8

“Vardır. Teori ispatlanmamış, kanun ispatlanmıştır.” Öğrenci 4

“Teorinin herkesçe kabullenilmiş haline kanun denir.” Öğrenci 11

“Bilimsel teori; bilim insanları tarafından hazırlanmış olan bilimsel bilgi içerikli belgedir ve kesindir. Bilimsel kanun ise; evrensel bir hal almış olup, bilimsel içeriklidir.” Öğrenci 13

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekte ve bunun nedenine ilişkin farklı görüşler ortaya atmaktadırlar.

Elde edilen sonuçlar BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF’nun yedinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %90’ı, teori ve kanun arasındaki farklılığı değişebilir olma/olmama olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının teorilerin kanunları oluşturduğuna ilişkin görüşleri, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının %95’i hipotezlerin teorileri, teorilerin ise kanunları oluşturduğunu düşünmektedirler.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin elde edilen sonuçlar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında, öğretmen adaylarının birbirine benzer cevaplar verdikleri; bunun yanı sıra son testte, ispatlanabilir olma/olmama, gibi ön testte yer almayan bazı açıklamalara da yer verdikleri görülmektedir. Bu sonucun yanı sıra hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının birbirine benzer cevaplar verdikleri, ancak cevaplarla ilişkin oranların farklılaştığı görülmektedir. Ayrıca hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teori ve kanun arasındaki en önemli farklılığı değişebilir olma/olmama olarak açıklamışlardır.

4.1.3. Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğasına İlişkin Bulgular

Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin düşünceleri VNOS-C ölçeğinde yer alan 1, 4 ve 5 numaralı sorulara vermiş oldukları cevapların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda elde edilmiştir. Bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin elde edilen bulgular video kayıtları ve görüşme kayıtlarıyla desteklenmiştir.

4.1.3.1.Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “doğruluğu kanıtlanmadığı, evrensel olmadığı, bilim ve teknolojideki gelişme devam ettiği” için teorilerin değişeceğini düşünmektedirler.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının %91’i teorilerin değişeceğini; %9’u ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Teorilerin değişeceğini düşünen öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “doğruluğu kanıtlanmadığı için” teorilerin değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teoriler deneylerle kesin olarak ispatlanmamıştır. Teorilere her zaman yeni bilgiler eklenebilir.” Öğrenci 50

“Deneylerle kanıtlanmadığı için değişebilir. Teoriler deneyler sonucu kanıtlanıp evrensel bilgiye dönüşebilir.” Öğrenci 52

“Gün geçtikçe teknoloji ilerlemekte ve bu araştırmaların daha iyi bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır.” Öğrenci 30

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin farklı nedenlerden dolayısıyla değişeceğini düşünmektedirler.

Teorilerin değişmeyeceğini belirten öğretmen adaylarından yalnızca biri bu konuda açıklama yapmıştır. Öğretmen adayının vermiş olduğu cevap alıntıda örneklenmektedir.

“Değişmeyeceğine inanıyorum. Kanuna dönüşürse değişmesi mümkün değildir.” Öğrenci 45

Alıntıda görüldüğü gibi öğretmen adayı teorilerin değişmeyeceğini belirtmiş; ancak neden bu şekilde düşündüğünü açık bir şekilde ifade etmemiştir. Öğretmen adayının yapmış olduğu açıklama doğrultusunda; mevcut bilginin adlandırılmasına göre, bilginin değişebilir olma/olmama durumuna ilişkin açıklamada bulunduğu söylenebilir.

VNOS-C ölçeğinde teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalar, derslerde yapılan tartışmalarla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Peki bilimsel bilgi değişebilir mi değişemez mi?

Öğrenciler: Değişir.

A: Kanun olan bir şey değişir mi?

Ö21: Sistem değişti araştırmalar gelişti, tersi bulunur ispatlanırsa değişir.

Ö14: Bilim adamları bilgiyi bulurken deney yapıyor, tahmin yapıyor. Bilgi değişmez.

Öğrenciler: Bilgi kanunsa değişmez, teoriyse değişir.

Ö18: Atom modellerine bakalım. İlk olarak teori halinde. Sürekli olarak bir şey bulunuyor ve bilgi değişiyor. Ama yer çekimi kanunu kesindir. Herkes kabul eder değişmez.

Ö2: Teori günümüzde kullanılan şeyler. Gelecekte olacak şeyler doğrultusunda bilgi değişebilir. Aslında kanun da değişebilir.

Ö5: Aslında kesin bir bilgiye ulaştık diyemeyiz. İleride bir gelişme olur, sonuç değişir. Atom modellerini bulanlar da yanlış bir şey buldum diye ortaya çıkmadı. İmkânlar o ölçüdeydi. Başka bir şey bulununca da bilgi de değişti.

Alıntılarda görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin farklı görüşler içerisindedirler. Öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişebileceği konusunda hem fikirken; kanunların değişebilirliği konusunda farklı görüşler ortaya atmışlardır. Buna göre öğretmen adaylarının bir bölümü kanunların

gelişen teknolojiyle birlikte değişeceğini düşünürken; bir bölümü de kanunların kesin olduğu için değişmeyeceğini düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Söz konusu ölçeğin sekizinci sorusunda öğretmen adaylarının %91’i bilimin değişebileceği yönünde açıklamada bulunmuşlardır. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %52’si teorilerin “kesin olmaması” nedeniyle değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının %22’si de “bilimin dinamik olması” nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinde, öğretmen adaylarına bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla, yöneltilen beşinci soruda ise öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkı “değişebilir olma/olmama, evrensel olma/olmama, kanıtlanmış olma/olmama ve teorilerin kanunları oluşturması” olarak açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise öğretmen adayları; bilimin “deney ve gözleme dayanarak, ispatlanıp, sorgulanabilmesi; objektif, evrensel ve kesin olması” nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.3.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “*ispatlanmamış olması ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni buluşların yapılması, buna bağlı olarak da bilginin değişmesi*” nedeniyle teorilerin değişeceğini belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının %96’sı teorilerin değişeceği; %4’ü ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Buna göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “ispatlanmadığı için” teorilerin değişeceğini düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teori tam olarak ispatlanmamıştır. Bu yüzden yerine yeni bilgiler eklenebilir, geliştirilebilir ya da yanlış olduğu kanıtlanabilir.” Öğrenci 3

“Bilim her geçen gün daha da ilerliyor. Yeni şeyler bulunuyor. O yüzden teori değişebilir.” Öğrenci 16

“Misal Darwin teorisini ele alalım. Şu anda harabe olmuş durumda. Peki, nedir bunun sebebi? cevabı çok basit. Değişen zaman ve gelişen teknoloji insanlara neden böyle bir şeyin olamayacağı ile ilgili inanılmaz gerçekler sundu.” Öğrenci 22

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin farklı nedenlerden dolayısıyla değişeceğini belirtmişlerdir.

Teorilerin değişmeyeceğini belirten öğretmen adayının, teorilerin neden değişmeyeceğini düşündüğüne ilişkin yapmış olduğu açıklama alıntıda örneklenmiştir.

“Değişmeyeceğine inanıyorum. Kanıtlanıp teori olmuştur. Bu yüzden değişmeyeceğine inanıyorum.” Öğrenci 7

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, teorilerin de mevcut bilgilerin kanıtlanması doğrultusunda oluştuğunu, bu nedenle de değişmeyeceğini düşünmektedir.

Teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalar, görüşme kayıtlarında da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Teori değişir mi? sorusuna “evet” demişsin. Ön testte teori kanun olacağı için, son testte bilgi değiştiği için demişsin. Teori kanun mu olur? Kanun başlı başına oluşamaz mı?

Ö5:Teori ispatlanınca kanun olur. Bilginin değişebilirliği ve ispatlanabilirliği ile alakalı bir şey. Mesela kanun değişmez derler, her yerde kabul edilir, objektiftir derler.

A: Peki kanun değişir mi sence?

Ö5: Kanun değişmez diyorlar, ama değişir bence. Çünkü biz her şeyi bugün ki şartlara göre yapıyoruz. Mesela yer çekimi kanunu o da bir kanun. Çok olağanüstü bir şey olsa, mesela dünyanın yörüngesi değişse o da değişebilir bence.

A: Kanun tek başına oluşamaz mı? Teori oluşup kanun mu oluşmalı?

Ö5: Oluşamaz bence. Çünkü bilim adamları bir teoriyi sunuyor önce. Çalışmalarını gösteriyorlar birbirlerine. O olamadan direk kanun olması olmaz bence. Diğerlerinin onayının alınması gerekiyor. Eğer kendi başına bir kanun çıkardıysam herkes kabul etmemeli bence. Eğer ettiyse yanlıştır.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, kanunların gelişen teknoloji ve bilgi nedeniyle değişebileceğini düşünmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayı, kanunların teorilerin oluşmasıyla oluşabileceğini; doğrudan doğruya kanunların oluşamayacağını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ölçeğin sekizinci sorusunda öğretmen adaylarının %87’si bilimin değişeceği, %13’ü ise değişmeyeceği yönünde açıklamada bulunmuşlardır. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %52’si teorilerin yanlışlığı ispatlandığı için, %43’ü ise kesin olmadığı için değişeceğini belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinde, öğretmen adaylarına bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla, yöneltilen beşinci soruda ise öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkı “değişebilir olma/olmama, kanıtlanabilir olma/olmama, herkes tarafından kabul edilme/edilmeme ve teorilerin kanunları oluşturması” olarak açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise

öğretmen adayları; bilimin “deneye dayalı, kanıtlanabilir, kesin, evrensel ve değişebilir olması” nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının tamamına yakın bir bölümünün bilimsel teorilerin değişebilir nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ön testte öğretmen adaylarının %91’i bu şekilde açıklamada bulunurken, son testte bu oranın arttığı belirlenmiştir. Küçük’ün (2006) yapmış olduğu araştırmada da, uygulama öncesinde öğrencilerin %12’sinin, uygulama sonrasında ise %82’sinin bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin yeterli görüşler ortaya koydukları; benzer bir şekilde Ayvaci’nin (2007) yapmış olduğu araştırmada da doğrudan yaklaşımın, bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin görüşlerin, ön teste göre %31 oranında daha da gelişmesine neden olduğu tespit edilmiştir.

Teorilerin değişebilirliğine ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda, ön testte öğretmen adayları doğruluğunun kanıtlanmaması, evrensel olmaması, bilim ve teknolojideki gelişmenin devam etmesi; son testte ise ispatlanmamış olması, teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni buluşların yapılması buna bağlı olarak da bilginin değişmesi nedenleriyle bu şekilde düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bu sonuç Metin’in (2009) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir. Metin’in yapmış olduğu araştırmada uygulama öncesinde öğrenciler, bilimsel bilgilerin teknolojinin gelişmesiyle ve yeni icatlarla gelişeceğini belirtmiş; uygulama sonrasında ise bilgilerin değişebileceğini kabul eden ifadeler kullanmışlardır.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçların yanı sıra, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliği ve teori ile kanun arasındaki ilişki konusunda, hem ön hem de son testte çelişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adayları, bilimsel teorilerin değişebilir nitelikte olduğunu düşünürken; kanunların değişmez nitelikte olduğunu düşünmektedir. Bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının ön testte daha fazla olduğu, son testte ise azaldığı görülmektedir. Bu sonuç uygulanan öğretim tasarımının, öğretmen adaylarının bir bölümünde de olsa, mevcut yanılığın giderilmesinde etkili olduğunu gösterir niteliktedir.

4.1.3.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir bölümü teorilerin “doğruluğunun kanıtlanmamış olması, bilim-teknolojinin gelişmesine bağlı olarak, yeni teorilerin bulunması ve teorilerin kanuna dönüşmesi” nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının %90'ı teorilerin değişeceğini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının önemli bir bölümü teorilerin değişmesinin nedenini “doğruluğunun kanıtlanmamış olması” olarak açıklamışlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Değişebilir. Çünkü teorilerin kesinliği tam kanıtlanmamış, kanun olmamıştır.” Öğrenci 4

“Çünkü teknoloji ve şartlar daha iyi olduğu için deneyler ve gözlemler artık yeni sonuçlar verebilir.” Öğrenci 48

“Değişime uğrayabilir. Çünkü herkes tarafından kabul edilmedikçe yani kanun olmadıkça biri çıkıp onun deney veya verilerinde hata olduğunu söyleyebilir.” Öğrenci66

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teorilerin değişeceğini ifade etmiş ancak bunun nedenine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

VNOS-C ölçeğinde teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalar, derslerde yapılan tartışmalarla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Az önce arkadaşınız; “Bilim adamı deneyi yapar. Uygulayıp farklı bir şey var mı yok mu diye bakabilir” dedi. Uymuyorsa sonucu değiştirebilir mi?” Sizce bilimde bulunan sonuçlar sürekli olarak değişir mi?

Ö10: Bilim birikerek çoğaldığı için değişebilir. Tabi ki de...Araştırmalar arttıkça, teknoloji geliştikçe...Çünkü eklenerek birikiyor bilim.

Ö1: Bilim yığılarak eklenir. O yüzden değişebilir.

Ö21: Kanun değişmez ki hocam. O bir teoridir. Kanuna adım atılmamışsa, eğer kanun değilse değişebilir. Kanunsa değişmez.

A: Peki bilim adamları bir şey tespit ettiler. O kanunu yerle bir edecek bir şey varsa kanun değişmez mi? Kanun değişmez diye kanunu değiştirmeyecek miyiz?

Öğrenciler: Değişir.

A: Yani bilim adamları kanıtları ortaya koydu. Bilim adamları aksini ispatlayabiliyorsa, kanun değişir mi değişmez mi?

Ö1: Hocam o zaten kanun değildir ki. Teori olarak kabul edilir. Kanun olarak kabul edilmez. İzaftiyet teorisi var. Hala devam ediyor. Daha kanun olmamış.

Ö1: Kanun kesinlikle değişmez. Eğer değişecekse neden kanun denilsin. Kanun olmuşsa bence kimse üzerine inceleme yapmaz, uğraşmazlar. Buda değişmeyi engeller.

Ö19: Kepler kanunlarına baktığımızda Kepler ilk olarak dört kanun oluşturmuş. Ama bizim bildiğimiz üç kanun var. Aksi ispat edildiği için tarihe gömülmüş kalmış.

Ö21: Kimseye açıklanmadan mı gömülmüş tarihe?

Ö19: Hayır açıklanmış. Bir bilim adamı, örneğin suyun 100⁰C’de, kaynayıp kaynamadığını test etse birçok deney yapsa, 98⁰C balsa kanun dahi olsa biter. Değişir.

Ö21: Ama 100⁰C’de kaynar diyerek kanıtlıyor.

Ö19: Belki verisinde hata var. Ya da teknoloji geliştii.

Ö21: Biz lisede bu konuyu hocamızla tartıştık. O da bize sürekli kanun değişmez diyordu. Teori olmalı ki değişsin demişti.

Ö8: Bir problemin kesin olarak çözümü bulunmadıkça, kanun denmez zaten. Teori aşamasında kalır. Kanunlaştıktan sonra problem kesin olarak çözülmüştür, değişmez.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu elde edilen bilgilerin değişebilir nitelikte olduğunu düşünmektedirler. Buna karşın öğretmen adayları mevcut bilginin teori olması durumunda değişeceği, kanun olması durumunda ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Kanunların değişmeyeceğini belirten öğretmen adayları, ortaya atılan bir fikrin değişebilir olması durumunda bu fikrin kanun olarak değil, teori olarak nitelendirilmesi gerektiğini düşünmektedirler. Elde edilen bu sonuçların yanı sıra, bir öğretmen adayı da kanunların değişebileceğini düşünmektedir. Buna göre öğretmen adayı yapmış olduğu açıklamayı vermiş olduğu bir örnekle desteklemiş; ayrıca teknolojinin gelişmesi nedeniyle kanunların da değişebileceği yönünde açıklamada bulunmuştur.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ölçeğin sekizinci sorusunda öğretmen adaylarının %90’ı bulunan bilgilerin değişebileceği; %10’ ise değişmeyeceği yönünde açıklamada bulunmuşlardır. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %48’i teorilerin kesin olmadığı için; %29’u ise yanlışlığı ispatlandığı için değişeceğini belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinde, öğretmen adaylarına bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla, yöneltilen beşinci soruda öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkları “değişebilir olma/olmama, kanıtlanmış olma/olmama, evrensel olma/olmama ve teorilerin kanunları oluşturması” olarak açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise öğretmen adayları; bilimin “deney ve gözleme dayanarak, kanıtlanabilir olması; evrensel, objektif ve kesin olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.3.4.Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin “kesin olmaması, herkes tarafından kabul edilmemesi ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, yeni çalışmaların yapılmasına bağlı olarak bilginin ilerlemesi” nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının %95’i teorilerin değişeceğini düşünmektedirler. Buna göre öğretmen adaylarının büyük bir bölümü “teorilerin kesin olmaması ve herkes tarafından kabul edilmemesi” nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teori, herkes tarafından kabul edilmemiştir. Bunun aksi kanıtlanırsa değişebilir.” Öğrenci 6

“Bilim öznedir. Sürekli değişime uğrar veya uğrayabilir. Neden değişeceklerine gelince en doğruyu bulmak için sürekli farklı araştırmalar, deneyler, gözlemler yaparak teorimizin değişebileceğini anlayabilir ve kanıtlayabiliriz.” Öğrenci 1

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin farklı nedenler dolayısıyla değişeceğini düşünmektedirler.

VNOS-C ölçeğinde teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalar, görüşme kayıtlarıyla da paralellik göstermektedir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Teori değişir mi sorusuna evet demişsin. Yeni bilgiler ortaya çıkabilir ve tüm bilim adamlarınca kabul görmemiştir şeklinde bir açıklamada bulunmuşsun. Şu anda da bu şekilde mi düşünüyorsun?

Ö7: Evet başka bir bilim adamı aksini iddia etmediği sürece geçerlidir. Ama yeni bir kabul varsa bu durumda sonuç değişir.

A: Peki kanun değişir mi?

Ö7: Teori bütün bilim adamları tarafından kabul edilince kanun olmuyor mu zaten? O nedenle değişmez yani. Ama Kepler Kanunu var bu biraz kafamı karıştırıyor. Kanunun geçerliliği şu an yokmuş zannedersen. Doğruluğu konusunda çelişkiler varmış şu an. O yüzden aslında değiş edebilir. Teknolojiye göre tamam kanundur denmiştir, ama bakış açısıyla birlikte değiş edebilir. Mesela şu anda uzay çok geliştii. O zamanki bakış açısıyla şimdiki bakış açısı arasında fark var. O yüzden belki de şimdi kanun dediklerimiz yüz yıl sonra değişecektir. Aslında sonuçtan tam da emin değilim. Değişmez olarak biliyorum ama değiş edebilir.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, teorilerin yeni bilgilerin bulunması nedeniyle değişeceğini düşünmektedir. Ancak kanunların değişebilirliği konusunda öğretmen adayının düşüncelerinde çelişkilerin olduğu görülmektedir. Öğretmen adayı, bugüne kadar kanunların değişmeyeceğinin öğretilmesi nedeniyle bu şekilde düşündüğünü ifade etmiş; ancak teknolojik gelişmeler ve bilimdeki hızlı ilerlemenin kanunların değişimine neden olabileceğini de belirtmiştir. Aşağıdaki alıntıda başka bir öğretmen adayıyla yapılan görüşme örneklenmektedir.

A: “Teori değişir mi?” sorusuna evet demişsin. Yeni bilgi elde edildiği için değişeceğini ifade etmişsin. Bu durumda teori tamamıyla ispatlanmamış mıdır?

Ö1: Evet. Teori değişebilir, ancak kanun aşamasına geçtiği zaman değişmez.

A: Teoriden kanuna geçmek zorunda mı? Kanun doğrudan oluşamaz mı?

Ö1: Önce teori aşamasını geçmeli. Bilgiyi kabullenme bir süreçtir. Yayıldıkça, kabul gördükçe kanunlaşır.

A: Teori ve kanun arasında fark var mıdır sorusuna teori değişir. Kanun değişmez demişsin. Kanun değişmez mi?

Ö1: Hayır değişmez. Ben bugüne kadar hiç değişeni görmedim. Kanunun sözlük anlamı bu zaten.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teorilerin değişebileceğini, değişmemesi için kanunlaşması gerektiğini belirtmiştir. Öğretmen adayları kanunların değişmemesini, kelimenin sözlük anlamından yola çıkarak açıklamıştır. Ayrıca öğretmen adayları teori ile kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu da düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ölçeğin sekizinci sorusunda öğretmen adaylarının %95’i edilen bilgilerin değişeceğini; %5’i ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %71’i teorilerin “kesin olmaması” nedeniyle değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır.

VNOS-C ölçeğinde, bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla yöneltilen beşinci soruda ise öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkları; “değişebilir olma/olmama, tüm dünyada kabul görme/görmeme, teorilerin kanunları oluşturması” ifadeleriyle açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise öğretmen adayları; bilimin “deney ve gözleme dayanarak ispatlanması ve kesin olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin sorulara ön ve son testte vermiş oldukları cevapların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun teorilerin değişeceğini düşündükleri ve bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının hemen hemen birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuç öğretmen adaylarının teorilerin, dolayısıyla bilimsel bilginin değişebileceğini düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Benzer sonuçlar Irwin (2000) ve Metz’in (2002) yapmış oldukları araştırmalarda da tespit edilmiştir.

Ön testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümü teorilerin değişmesinin nedenini, doğruluğunun kanıtlanmamış olması olarak açıklarken; son testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün, teorilerin kesin olmaması ve herkes tarafından kabul edilmemesi şeklinde açıkladıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra ön testte öğretmen adayları teorilerin değişmesinin nedenini bilim-teknolojinin gelişmesine bağlı olarak, yeni teorilerin bulunması ve teorilerin kanuna dönüşmesi ile açıklamışlardır. Son testte ise öğretmen adayları teorilerin değişmesinin nedenini teknolojinin ilerlemesiyle birlikte, yeni çalışmaların yapılması ve buna bağlı olarak bilginin ilerlemesiyle açıklamışlardır.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçların yanı sıra, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliği ve teori-kanun arasındaki ilişki konusunda, hem ön hem de son testte çelişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adayları, bilimsel teorilerin değişebilir nitelikte olduğunu düşünürken; kanunların değişmez nitelikte olduğunu düşünmektedir. Bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının ön testte daha fazla olduğu, son testte ise azaldığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuç, öğretmen adaylarının bir bölümünde de olsa, mevcut çelişkinin giderildiğini; bu bağlamda uygulanan öğretim tasarımının etkili olduğunu gösterir niteliktedir.

4.1.3.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişeceğini düşünmektedirler. Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları teorilerin “*bilim ve teknolojinin gelişmesi, teorilerin doğruluğunun kanıtlanmamış olması ve teorilerin kanuna dönüşmesi*” nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişeceğini belirtmişlerdir. Teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu “bilim ve teknoloji geliştigi” için teorilerin değişeceğini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teoriler değişime açıktır. Çünkü henüz günümüz teknolojisi yapılan araştırmaların doğruluğunu kanıtlamak için yeterli değildir. Teknoloji geliştikçe karanlıkta kalan noktalar aydınlanacak ve mutlak doğruya ulaşılacaktır.” Öğrenci 23

“Yapılan deneylerle doğruluğu kanıtlanmazsa değişir.” Öğrenci 3

“Teori değişime uğrayabilir. Kanun haline gelince evrenselleşir ve değişmez.” Öğrenci 8

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin farklı nedenler dolayısıyla değişeceğini düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ölçeğin sekizinci sorusuna öğretmen adaylarının %95’i bilimin değişebileceği yönünde açıklamada bulunmuştur. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %55’i teorilerin yanlışlığı ispatlandığı, %40’ı ise bilim dinamik olduğu için değişeceğini belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinde, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla, yöneltilen beşinci soruda ise öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkı “değişebilir olma/olmama, evrensel olma/olmama, teorilerin kanunları oluşturması” olarak açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise öğretmen adayları; bilimin “deney ve gözleme dayanarak ispatlanması, kesin olması, objektif, evrensel ve somut olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

4.1.3.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişeceğini belirtmişlerdir. Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları teorilerin “*yeni buluşların yapılması, teknolojinin gelişmesi, kesin olmaması ve kanun aşamasına gelmemesi*” nedenleriyle değişeceğini düşünmektedirler.

Elde edilen sonuca göre öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişeceğini düşünmekte ve bunun nedenini “yeni buluşların yapılması ve teknolojinin gelişmesi” ile ilişkilendirmektedirler. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teknoloji ilerledikçe insan daha doğrularını bulur bir öncekinin. Ayrıca teoriler kesinlik taşımadığı için değişmesi mümkündür.” Öğrenci 4

“Kesinleşmiş bilgi topluluğu değildir. Bir bilim adamı yeni bir deney yapar. Teoriyi çürütebilir. O zaman tekrar hipotez kurmak gerekir.” Öğrenci 2

“Değişebilir. Teori kanun aşamasına gelmediği sürece başka bir bilim adamı tarafından çürütülebilir.” Öğrenci 5

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, teorilerin farklı nedenler dolayısıyla değişeceğini düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalar, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Buna göre söz konusu ölçeğin sekizinci sorusunda öğretmen adaylarının %80’i elde edilen bilgilerin değişeceği; %20’si ise değişmeyeceği yönünde açıklamada bulunmuşlardır. BDHGF’nda yer alan beşinci soruya ise öğretmen adaylarının %45’i teorilerin kesin olmadığı, %30’u ise bilim ve teknoloji geliştiği için değişeceğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla VNOS-C ölçeğinde yöneltilen sorulardan bir diğeri olan beşinci soruda ise öğretmen adayları, teori ile kanun arasındaki farkları “değişebilir

olma/olmama, ispatlanmış olma/olmama, kanunların teorilerin kabul edilmesiyle oluşması” olarak açıklamışlardır. Aynı ölçekte yer alan birinci soruda ise öğretmen adayları; bilimin “deney ve gözleme dayanarak kanıtlanabilmesi ve kesin olması, somut ifadelerle ilgilenmesi, değişebilir olması ve evrensel olması” nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin sorulara ön ve son testte vermiş oldukları cevapların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının tamamının teorilerin değişeceğini düşündükleri söylenebilir. Bu sonuç öğretmen adaylarının teorilerin, dolayısıyla bilimsel bilginin, değişebileceğini düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Teorilerin değişeceğini belirten öğretmen adayları ön ve son testte, bunun nedenine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır. Buna göre ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu doğruluğu ispatlanmadığı ve bilim-teknoloji geliştiği için; son testte ise yeni buluşlar yapıldığı için teorilerin değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra; öğretmen adaylarının ön testte bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin sahip oldukları çelişkilerin, son testte de devam ettiği görülmektedir.

4.1.4.Bilimsel Bilginin Nesnel Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin anlayışlarını tespit etmek amacıyla ölçekte yer alan sekizinci soru değerlendirilmiştir. Sekizinci soruda öğretmen adaylarından, dinazorların yok oluşuna ilişkin neden iki farklı hipotezin ortaya atıldığını açıklamaları istenmiştir.

4.1.4.1.Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları, bilim insanlarının “*farklı ön bilgi ve hayal gücüne sahip oldukları için farklı düşünceleri buna bağlı olarak olayları farklı yorumlamaları*” nedeniyle farklı hipotezler oluşturduklarını düşünmektedirler.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorum yapmaları ve düşünceleri nedeniyle farklı hipotezler kurduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim adamlarının farklı bilgi birikimine sahip olmaları, farklı yorumlamalarına neden olabilir.” Öğrenci 7

“Hayal gücü ve düşünce farklılığı.” Öğrenci 52

“Bilim adamlarının hayal gücü ve yorumlamaları yüzünden.” Öğrenci 39

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu farklı hipotez kurulmasının nedenini, farklı değişkenleri bir araya getirerek açıklamışlar, nedene ilişkin tek bir görüş belirtmemişlerdir.

Elde edilen bu sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Siz ne yaptınız şimdi burada?

Ö5: Gözlem yaptık.

A: Az önce yorum yaparken arkadaşınız “hoca hortumu oynattı” dedi. Bir kısmınız da öyle bir şey olmadı dedi? Arkadaşınız ne yaptı bu yorumu yaparken?

Ö11: Gözlem

Ö13: Gözlem ve tahmin yaptık.

A: İçerde nasıl bir düzenek olduğunu düşünürken hayal gücünüzü kullandınız mı?

Ö5: Ben içeri girer girmez merak etmeye başladım. Burada gördüğümüz sadece suyu dökmeniz ve hortumu oynatmanız. Geri kalanı tamamen tahmine düşer. Gördüklerimiz ve hayallerimize göre modeli canlandırdık.

Ö13: Biz burada tahmin yaparken hem günlük yaşamda yer alan bazı araçlarla ilişkilendirme yaptık hem de hayal gücümüzü kullandık. Örneğin ben karar verirken, kola ve kahve makinesi gibi araçları düşünerek karar verdim. Yani, hem günlük bilgiyi kullanarak transfer ettim hem de bu sonucu hayal gücümle birleştirdim.

A: Hepiniz birbirinizden farklı şeyler söylediniz. Bu durum bizim bilimle ilgili nasıl bir sonuca varmamıza neden olur?

Ö10: Bilgi değişkendir.

Ö13: Bilgi birikerek ilerler.

Ö5: Bilimde kişisellik olduğunu ortaya koyar.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilimsel çalışmalarda özneliğin olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları, gözlemleri ve hayal güçleri yardımıyla modelin yapısını tahmin ettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde hayal gücünün yer aldığını; ayrıca çalışmaların sonuçlarına çeşitli gözlemler yardımıyla varılabileceğini düşündüklerini gösterir niteliktedir.

BDHGF’nda ise bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin düşüncelerin tespit edilmesi amacıyla öğretmen adaylarına iki ayrı soru sorulmuştur. Bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmaların kendi fikir ve düşüncelerinden etkilenip etkilenmediği sorusunun sorulduğu, onuncu soruya öğretmen adaylarının %52’si etkilenir, %43’ü ise etkilenmez şeklinde cevap vermiştir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının yarıdan fazla bir bölümünün, kişisel görüşlerin yapılan çalışmaya yansıtılabileceği düşüncesinde olduklarını gösterir niteliktedir. Ayrıca öğretmen adayları, bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedeninin sorulduğu on birinci soruya; kişilerin sahip olduğu yorumlama ve düşünme yeteneklerinin farklı olmasının bu şekilde bir sonuca neden olduğu cevabını vermişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Ayrıca her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin oluşması sürecinde bilim insanlarının kişisel özellikleri çalışmalarına yansıtıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.4.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “farklı hayal gücü ve farklı ön bilgiye sahip olmaları nedeniyle olayları farklı düşünmeleri ve yorumlamaları; ayrıca kişisel özelliklerin farklı olması” nedeniyle farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, hayal gücünün ve kişisel özelliklerin farklı olması nedeniyle, bilim insanlarının farklı hipotezler kurduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Burada farklı yorumların olması gayet normal, çünkü hepsinin hayal gücü farklı.” Öğrenci 1

“Bilimsel bilgiye ulaşmada öznellik vardır. Aynı olaydan farklı yorumlar yapmamız, farklı kişiler olmamız (hayal gücü, düşünce sistemi).” Öğrenci 10

“Bilimde farklılıklar vardır. Bilim adamları farklı kişilerdir. Düşünceleri, ön bilgileri, hayal güçleri, kişilikleri farklıdır. Bu yüzden farklı sonuçlar elde edebilirler.” Öğrenci 16

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı nedenler dolayısıyla farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler.

Benzer sonuçlar BDHGF’nda da tespit edilmiştir. BDHGF’nda yer alan onuncu soruya öğretmen adaylarının %96’sı, bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kişisel görüşlerini yansıttıkları açıklamasında bulunmuşlardır. Neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının %96’sı, kişilerin farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin bu sonuca neden

olabileceğini belirtmişlerdir. Buna göre her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirini destekler nitelikte olduğu söylenebilir.

Bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının, hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kişisel özelliklerin yapılan çalışmalara yansıtıldığını düşündükleri; ayrıca bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının son testte daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Öğretmen adayları ön testte çoğunlukla, farklı yorum yapma ve farklı düşünme gibi cevaplar verirken; son testte bu şekilde açıklamada bulunan öğretmen adaylarının sayısının azaldığı belirlenmiştir. Buna karşın son testte öğretmen adaylarının çoğunlukla hayal gücünün, ön bilginin ve kişisel özelliklerin farklı olması şeklinde cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin, daha fazla sayıda öğretmen adayının yeterli görüş ortaya koyduğunu gösterir niteliktedir. Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış olduğu araştırmada da öğretmen adaylarının %80'inin uygulama sonrasında, mevcut görüşlerinin geliştiği; ayrıca bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde düşünce ve inanç sistemine yapmış oldukları vurgunun da arttığı belirlenmiştir. Benzer bir şekilde Ayvaci'nin (2007) yapmış olduğu araştırmada da doğrudan-yansıtıcı yaklaşım temelli öğretim tasarımının, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşlerde ön teste göre %39 oranında gelişime neden olduğu tespit edilmiştir. Muşlu'nun (2008) yapmış olduğu araştırmada da gizemli ayak izleri ve farklı yüzler etkinlikleri sonrasında, öğrencilerin bilim insanlarının farklı bakış açılarının olduğunu, bu bakış açılarının verileri yorumlamada etkili olabileceğini ve bu fikirlerin tamamının doğru olabileceğini kavradıkları tespit edilmiştir.

4.1.4.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “farklı ön bilgi ve hayal gücüne sahip olmaları nedeniyle farklı düşünceleri ve yorumlamaları; ayrıca farklı yöntem kullanmaları ve farklı gözlem yapmaları” nedenleriyle farklı hipotezler kurduklarını belirtmişlerdir.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorum yapmaları ve düşünceleri nedeniyle farklı hipotezler kurduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilimde yaratıcılık ve hayal ederek yorum yapmak mümkündür. Bu nedenle hayali yorumlar birbirinden çok farklı olabilir.” Öğrenci 48

“Bilim adamlarının düşünce ve yorumlama yeteneklerinin birbirinden farklı olmasıyla olabilir.” Öğrenci 21

“Bilim adamlarının bilgi birikimlerinin farklılıklarından dolayı sonuçları farklı çıkmıştır.” Öğrenci 59

“Bilim adamları aynı veriyi kullansalar da farklı yöntemlerle ya da yorumlama kabiliyetleri farklı olduğu için farklı düşüncelerle farklı sonuçlara ulaşabilirler.” Öğrenci 19

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı nedenler dolayısıyla farklı hipotezler oluşturduklarını düşünmektedirler.

Elde edilen sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Atomla ilgili teorilerin sürekli olarak değiştiğini görüyoruz. Sizce ne oluyor da bu değişim meydana geliyor?

Ö8: Farklı çalışmalarla teoriler çürümüş.

Ö10: *Eski bilgilerle yeni bilgiler bir arada kullanılmış. Yani bu süreçte eski bilgilerini kullanmışlar ama yeni bilgileri de bunlarla birleştirerek sonuçlara ulaşmışlar. Böylece bilimde ilerleme olmuş. Bilim değişmiş.*

A: Bilimde değişim olurken bir bilim adamı farklı bir şey söylerken, diğeri farklı bir şey söylemiş. Bu sizce neden ileri geliyor olabilir?

Ö1: *Yaptıkları deneyi farklı yorumluyorlar. Bu bize bilimde öznelliğin ön planda olduğunu gösterir.*

Ö8: *Deney verilerine kendi yorumlarını katabilirler. Farklı yorumlar ortaya atabilirler.*

Ö17: *Herkes kendine göre verileri yorumlayacak. Aynı sonuç veya farklı sonuç bulunabilir.*

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, elde edilen sonuçların farklı yorumlandığını düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adayları, bilimde öznelliğin olduğunu vurgulamışlardır. Elde edilen bu sonuç VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Öğretmen adaylarının %52'si bilim insanlarının çalışmalarını yaparken, kendi fikir ve düşüncelerinden etkilendiğini, %48'i ise etkilenmediğini düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının %71'i, bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşmalarını, farklı yorumlama ve düşünceleri ile ilişkilendirmişlerdir.

4.1.4.4. Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: *Öğretmen adayları bilim insanlarının “hayal gücü ve ön bilgilerinin farklı olması nedeniyle olayları farklı düşünceleri ve yorumlamaları; farklı gözlem yapmaları ve farklı yöntem kullanmaları; kişisel özelliklerinin farklı olması” nedenleriyle farklı hipotezler oluşturduklarını düşünmektedirler.*

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, hayal gücünün farklı olması ve farklı gözlem yapılması nedeniyle bilim insanlarının farklı hipotezler kurduklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim adamlarının hayal gücü, bilgi birikimi olduğu için farklı sonuçlar doğabilir.” Öğrenci 14

“Farklı yöntem kullanmışlardır. Herkesin düşünce ve fikirleri farklı olduğu için farklı yorumlanmıştır.” Öğrenci 8

“Kişisel özellikler olayları farklı algulamamıza ve farklı sonuçlara ulaşmamıza neden olur.” Öğrenci 16

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı nedenler dolayısıyla farklı hipotezler ortaya attıklarını düşünmektedirler.

Benzer sonuçlar BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Son testte onuncu soruya vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %95’i, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken kendi fikir ve düşüncelerinden etkilendiğini belirtmiştir. Neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının %90’ı, kişilerin farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması ile soruyu ilişkilendirmişlerdir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının %71’i kişilerin farklı bilgi birikimine sahip olması, %62’si ise farklı yöntem kullanılması nedeniyle ulaşılan sonuçların farklı olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirine paralel olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının ön ve son testte yapmış oldukları açıklamalar karşılaştırıldığında hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kişisel özelliklerin yapılan çalışmalara yansıtıldığını düşündükleri söylenebilir. Ayrıca öğretmen adayları VNOS-C ölçeğinde yer alan soruya, oranları değişmesine rağmen, hem ön hem de son testte farklı hayal gücüne

ve ön bilgiye sahip olma, farklı düşünme ve yorumlama, farklı gözlem yapma, farklı yöntem kullanma ve farklı kişisel özelliklere sahip olma gibi ortak cevaplar vermişlerdir. Bu sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları kişisel özelliklerin farklı olması şeklinde bir açıklamada da bulunmuşlardır.

4.1.4.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “farklı ortam koşullarında bulunmaları nedeniyle hayal gücü ve ön bilgilerinin de farklı olduğu bu nedenle farklı düşündükleri ve farklı yorumlamalarda buldukları; ayrıca farklı yöntem kullanmaları ve deneylerinin farklı olması” nedeniyle farklı hipotezler ortaya attıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorum yapmaları ve düşünceleri nedeniyle farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Aynı verileri kullanmalarına rağmen inceledikleri yerler, doğa koşulları farklı olabilir. Bu da farklı sonuçlar bulmalarını sağlar.” Öğrenci 3

“Bilim adamlarının hayal gücü ve yorumları sonucu farklı sonuçlara ulaşılmıştır.” Öğrenci 32

“Aynı veri gruplarından yola çıkmalarına rağmen farklı yöntemler izleyerek farklı sonuçlar bulmuşlardır.” Öğrenci 26

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı nedenler dolayısıyla farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler.

Öğretmen adayları BDHGF’na vermiş oldukları cevaplarda da benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Buna göre öğretmen adaylarının %30’u bilim insanlarının kişisel görüşlerini çalışmalarına yansıttıklarını, %70’i ise yansıtmadıklarını düşünmektedir. Kişisel görüşlerin yapılan çalışmaya yansıtıldığını düşünen öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, kişilerin farklı yorum yapmaları ve düşünmeleri nedeniyle bu şekilde bir sonuç elde edildiğini belirtmişlerdir.

4.1.4.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “farklı hayal gücüne sahip olmaları nedeniyle farklı düşünceleri, buna bağlı olarak farklı yorum yapmaları; farklı kişilerin, farklı gözlemler ve farklı yorumlamalar yapması; farklı yöntem kullanılması” nedeniyle farklı hipotezler ortaya attıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorum yapmaları ve yöntem kullanmaları nedeniyle farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Problemin bulunması, çözüm yollarının belirlenmesinde hayal gücü etkilidir. Sonra deney ve gözlem yoluyla veri toplanır. Verilerin değerlendirilmesi durumunda da hayal gücü ve yorum kullanılır.” Öğrenci 20

“Farklı insanlar farklı yorumlar getirir.” Öğrenci 4

“Farklı yöntem ve yorumlamadan kaynaklanır.” Öğrenci 9

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı nedenler dolayısıyla farklı hipotezler kurduklarını düşünmektedirler.

BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adaylarının %50'si yapılan çalışmaların kişilerin fikir ve düşüncelerinden etkilendiğini, %50'si ise etkilenmediğini belirtmişlerdir. Bunun nedenini ise öğretmen adayları, kişilerin farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri ile ilişkilendirmişlerdir.

Ön ve son testten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kişisel özelliklerin yapılan çalışmalara yansıtıldığı düşüncesi içinde oldukları görülmektedir. Ayrıca öğretmen adayları VNOS-C ölçeğinde yer alan soruya, oranları değişmesine rağmen, hem ön hem de son testte farklı hayal gücüne sahip olma, farklı düşünme, farklı yöntem kullanma ve farklı yorum yapma gibi ortak cevaplar vermişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları son testte farklı kişiler olma ve farklı gözlem yapma şeklinde açıklamada da bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları ön testte yapmış oldukları farklı deney yapma, farklı ortam koşullarına ve ön bilgiye sahip olma cevaplarına son testte yer vermemişlerdir.

4.1.5.Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin anlayışlarını belirlenmesi amacıyla VNOS-C ölçeğinde yer alan onuncu soru değerlendirilmiştir. Onuncu soruda bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanıp kullanmadıkları sorulmuştur.

4.1.5.1.Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Buna göre öğretmen adayları bilim insanlarının "*planlama-tasarım aşamasında, veri toplama aşamasından sonra*" yaratıcılık ve hayal gücünü kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Öğretmen adayları farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Evet. Planlama ve tasarımda. Atom teorileri ispatlanmaya çalışılırken altın levha filan kullanılmıştı. Bence bu yaratıcı bir fikir.” Öğrenci 52

“Veri toplamasından sonra kullanırlar. Yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanarak ileride neler olabileceğini düşünürler.” Öğrenci 39

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

Elde edilen sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

Ö20: Tavuk ve civciv gibi düşündüm. Yıllardır ayrı düşmüş anne ve civciv var. Birbirlerini görüyorlar. Anne adımlarını hızlandırıyor.

A: Bunlara nasıl karar verdin? Birbirlerine koştuklarını nereden biliyorsun?

Ö20: Koyu renkli adımlar biraz daha açılmış, koşuyor olabilir. Civcivde tık yok. O yorulmuş bayağı anne koşuyor.

A: O zaman şekildeki adımlara bakarak karar vermiş oldun buna öyle mi?

Ö20: Evet.

A: Bunun tavuk civciv ya da kuş olduğuna nasıl karar verdin?

Ö20: O yorum farkı, bir de büyük ayak küçük ayak farkı. Civciv ya da tavuk.

A: Şimdi arkadaşlar neden bu tür benzetmeler yaptığınızı açıklar mısınız? Neden kuşa benzettin?

Ö5: Psikolojik hocam şekle bakınca akla ilk ne geliyorsa onu söyledim. Ayağa benziyor.

A: Yani sen, bunu şekle bakarak mı karar verdin?

Ö5: Evet

A: O halde önce baktın ve gözlemledin. Ne olduğuna karar verirken, ne kullandın gözlemlerini mi?

Ö 20: Baktım ve tek aklıma gelen şeyi yazdım.

A: Peki arkadaşlar bana çeşitli açıklamalarda ve yorumlarda buldunuz, gözlemden başka bir şey var mı bunları yaparken.

Ö10: Hayal gücümüzü kullandık.

Ö3: Bilgi birikimi.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları açıklamalarında bilgi birikimi ve hayal gücü gibi farklı ifadelere yer vermişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi üzerine de vurguda bulunmuşlardır.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF'nda yer alan on dördüncü soruya vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %78'i bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini, %13'ü ise içermediğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu etkilediğini düşünmektedir. BDHGF'nda yer alan on altıncı soruda ise öğretmen adayları, hayal gücü ve yaratıcılığın genellikle bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinin onuncu sorusuna yapmış oldukları açıklamalar ile aynı ölçekte yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçlarda birbirine paraleldir. Buna göre öğretmen adayları ön testte, dinozorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.5.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Buna göre öğretmen adayları bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında, hipotez kurma aşamasında, tahmin aşamasında, sonuca ulaşma aşamasında*” hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Öğretmen adayları hayal gücü ve yaratıcılığın farklı aşamalarda kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında*” hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Evet kullanırlar. Planlama ve tasarım esnasında hayal güçlerine ihtiyaç duyarlar.” Öğrenci 4

“Evet, hipotez kurma aşamasında. Çünkü problem çözümü için bir fikir gerekir.” Öğrenci 8

“Evet, kullandıklarını düşünüyorum. Hayal güçlerini, yaratıcılıklarını kullanmadan tahmin yapamazlar ve bir sonuca ulaşamazlar.” Öğrenci 7

“Kullanırlar. Az önceki örnekte olduğu gibi dinozorların yok olmaları kesin değil ama farklı iki teori ile ispatlanıyor. Yani bilim adamı elindeki bulgularla yola çıkarak bir sonuca ulaşmaya çalışınca onu yönlendiren en önemli taraflardan biri yaratıcılığı, hayal gücüdür.” Öğrenci 1

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmekle birlikte; hayal gücü ve yaratıcılığın hangi aşamada kullanıldığına ilişkin farklı görüşler ortaya koymaktadırlar.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'nden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF'nda yer alan on dördüncü soruya vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının tamamı, bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini belirtmiştir. Ayrıca, BDHGF'ndaki on beşinci soruda öğretmen adaylarının %87'si hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu; %9'u ise olumsuz etkilediğini düşünmektedir. Bu sonucun yanı sıra ölçeğinin on altıncı sorusunda öğretmen adayları, bilim insanlarının genellikle bulguları yorumlama ve hipotez kurma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının soruya vermiş oldukları cevaplar VNOS-C ölçeğinde yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları son testte, dinozorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Her iki sorudan elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının tamamının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Dickinson, Abd-El-Khalick ve Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada da öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin yeterli görüşler ortaya koydukları tespit edilmiştir. Bu sonuca rağmen öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin açıklamalarının yetersiz olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmadan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçta, ön testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümü hayal gücü ve yaratıcılığın planlama-tasarım aşamasında kullanılacağına ilişkin açıklamada bulunmuşlardır. Son testte yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının, hayal gücü ve yaratıcılığın pek çok aşamada kullanılabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

4.1.5.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir bölümü bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Buna göre öğretmen adayları bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında, hipotez kurma aşamasında ve deney yapma aşamasında*” hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adaylarının %90’ı bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, %5’i ise kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim adamları yaratıcılıklarının kullanarak deneylerinde kullandıkları maddeleri de yardımcı olarak planlama ve tasarımlarında doğru bir bilgiye ulaşmanın yolunu izlerler.” Öğrenci 10

“Evet, yaratıcılıklarını kullanırlar. Hipotez oluşturma aşamasında yaratıcılıklarını kullanırlar.” Öğrenci 66

“Evet, çünkü deney sırasında deneyin nasıl yapılacağını hayal eder.” Öğrenci 1

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

VNOS-C ölçeğinde, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmadığını belirten öğretmen adayının neden bu şekilde düşündüğüne ilişkin yapmış olduğu açıklama aşağıdaki alıntıda örneklenmiştir.

“Bilim adamları hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmazlar. Kullansalardı bilim özelliğini yitirirdi. Evrensellik kalmazdı. Bilim objektiftir.” Öğrenci 35

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı bilimin evrensel ve objektif olduğunu, bu nedenle de hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmaması gerektiğini düşünmektedir.

Bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Kayıp kartın özelliği nedir?

Ö21: Rengi gri. Bir noktalı altta1 yazıyor.

A: Nerden buldun bunları?

Ö21: Oluşturduğumuz gruplar arasında karşılaştırma yaptık. Hangisi eksik diye baktık ve bulduk.

A: Hepiniz kayıp kartın özelliğine ilişkin aynı sonuçları bulabilir mi?

Ö6: Hayır

A: Neden?

Ö21: Herkes farklı sınıflayacak.

A: Kayıp kartın özeliğini bulurken hayal gücünüzü kullandınız mı? Yoksa deneysel bir şekilde mi buldunuz?

Ö21: Tamamen hayal gücümüzle bulduk hocam. Tam olarak da bulamayız zaten. % 80 hayal gücümüzü kullanırız.

Öğretmen adayları, yapmış oldukları açıklamalarda kartın özelliklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuş ve bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşlerini de ortaya koymuşlardır. Ayrıca öğretmen adayları kartın özelliklerinin neler olduğunu, çoğunlukla hayal gücünü kullanarak; bunun yanı sıra farklı kişilerle tartışarak bulabileceğimizi belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre BDHGF'nda yer alan on dördüncü soruya öğretmen adaylarının %48'i bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, %43'ü ise hayal gücü ve yaratıcılığın bilimde işlevinin olmadığını belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde hayal gücü ve yaratıcılığın yer aldığını düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Ayrıca öğretmen adaylarının %76'sı BDHGF'nda yer alan on beşinci soruda hayal gücü ve yaratıcılığın bilimi olumlu etkilediğini, %5'i olumsuz etkilediğini, %19'u ise etkilemediğini belirtmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu BDHGF'nda yer alan on altıncı soruda, hayal gücü ve yaratıcılığın bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının soruya vermiş oldukları cevaplar VNOS-C ölçeğinde yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları, dinozorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Her iki sorudan elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.5.4.Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Buna göre yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında, veri toplama aşamasında ve çalışmanın her aşamasında*” hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının bir bölümü bilim insanlarının “planlama ve tasarım aşamasında” hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar, fakat planlama ve tasarım aşamalarında kullanırlar.” Öğrenci 3

“Hayal gücünü planlama ve tasarım ile veri toplamasından sonraki evrede kullanır.” Öğrenci 17

“Yukarıdaki üç aşamada da kullanabilirler. Kimi farklı verilerle sonuca ulaşmak ister. Kimi farklı sonuçlar hayal eder. Herkes kendi yaşadıklarını yorumlarına katabilir.” Öğrenci 9

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmekle birlikte; hayal gücü ve yaratıcılığın hangi aşamada kullanıldığına ilişkin farklı görüşler ortaya koymaktadırlar.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF’na elde edilen sonuçlara göreyse, öğretmen adaylarının %81’i bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini, %24’ü ise bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın her hangi bir işlevinin olmadığını belirtmişlerdir. Yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adaylarının %86’sı hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmaları olumlu etkilediğini, %5’i ise olumsuz etkilediğini belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları bilim insanlarının genellikle, bulguların yorumlanması ve araştırmanın tasarlanması aşamalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıkları açıklamasında bulunmuşlardır.

Öğretmen adaylarının son testte soruya vermiş oldukları cevaplar VNOS-C ölçeğinde yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları son testte, dinazorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmiştir. Her iki sorudan elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında; ön testte öğretmen adaylarının %90'ının; son testte tamamının bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını düşündükleri tespit edilmiştir. Lin ve Chen (2002) ile Irwin'in (2010) yapmış oldukları araştırmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hem ön hem de son testte hayal gücü ve yaratıcılığın, planlama ve tasarım aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmada öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin açıklamalarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Ön testte öğretmen adayları hipotez kurma ve deney yapma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını düşünürken; son testte veri toplama aşamasında ve her aşamada hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını düşünmektedirler.

4.1.5.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmişlerdir. Buna göre öğretmen adayları bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında, hipotez kurma aşamasında, problem çözme aşamasında, deney yapma aşamasında ve çalışmanın her aşamasında*” yaratıcılık ve hayal gücünü kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının %95'i bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını, %5'i ise kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının %29'u bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmiş ancak, hangi aşamada kullanıldığına ilişkin her hangi bir açıklamada bulunmamışlardır. Açıklama yapan öğretmen adaylarının büyük bir bölümü hipotez kurma aşamasında, bir bölümü planlama ve tasarım aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Evet, planlama aşamasında hayal gücünden yararlanılabilir. Örneğin uçmak isteyen bir kişi önce uçan bir planör icat etmiş ve geliştikçe uçağa dönüşmüştür.” Öğrenci 34

“Hipotez kurma aşamasında ya da kontrollü deney yaparken hayal gücünü kullanabilirler.”20

“Evet kullanırlar. Bilim adamları kanun dışında her aşamada (deneye gelinceye kadar)kullanırlar.” Öğrenci 55

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, bilim insanlarının farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmadığını belirten öğretmen adayının yapmış olduğu açıklamaya alıntıda yer verilmiştir.

“Hayal gücünü kullanmazlar. Çünkü bilim adamları bir soruya hayal güçlerini karıştırırlarsa ona göre hareket edeceklerdir ve soru amacından sapacaktır. Bilimsel bir sorunun cevabı hayal gücüyle değil deneylerle ispatlanır.” Öğrenci 26

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı bilimsel bilginin deneylerle oluşturularak ispatlanması gerektiğini, bu sürece hayal gücünün katılmasının sonucu etkileyeceğini düşünmektedir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar, BDHGF'dan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre ölçeğin on dördüncü sorusuna vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %70'i bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın yer aldığını, %20'si ise yer almadığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmalarda yer almasının olumlu katkı sağlayacağını düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları hayal gücü ve yaratıcılığın genellikle bulguların yorumlanması, hipotez kurma ve araştırmanın tasarlanması aşamalarında kullanıldığını düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının soruya vermiş oldukları cevaplar ile ölçekte yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçlar da birbirine paraleldir. Öğretmen adayları ön testte, dinozorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile ilişkilendirmişlerdir. Her iki sorudan elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Ayrıca sorulardan elde edilen sonuçların birbirine paralel olması, öğretmen adaylarının sorulara tutarlı cevaplar verdikleri sonucunu ortaya koymaktadır.

4.1.5.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmişlerdir. Buna göre öğretmen adayları bilim insanlarının “*planlama ve tasarım aşamasında, veri toplama aşamasında ve çözüm aşamasında*” yaratıcılık ve hayal güçlerini kullandıklarını düşünmektedirler.

Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının tamamı, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları hayal gücü ve yaratıcılığın farklı aşamalarda kullanıldığını düşünmektedirler. Buna göre öğretmen adaylarının bir bölümü “planlama ve tasarım aşamasında” hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Kullanabilirler. Planlama ve tasarım aşamasında hayal gücü doğrultusunda bilim gelişebilir.” Öğrenci 2

“Veri toplanmasından sonra. Elde ettikleri verileri yorumlayarak onlardan yola çıkarak.” Öğrenci 9

“Bilim adamlarının yaratıcılıkları en üst düzeyde olmalıdır. Bilim sorunlarının çözerken, bu nasıl olmalı, bu soruyu nasıl çözersem daha iyi olup şüpheyle bakmalıdır her şeye.” Öğrenci 12

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

Öğretmen adayları BDHGF’nda da benzer cevaplar vermişlerdir. BDHGF’nda öğretmen adaylarının %90’ı bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu etkilediği görüşündedir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının genellikle bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının soruya vermiş oldukları cevaplar VNOS-C ölçeğinde yer alan sekizinci sorudan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Öğretmen adayları son testte, dinazorların yok olma nedenlerine ilişkin farklı hipotezler ortaya atılmasının nedenini, bilim insanlarının farklı hayal gücüne sahip olmaları ile

ilişkilendirmişlerdir. Her iki sorudan elde edilen sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanların hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Ön ve son testten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, ön testte bir öğretmen adayı, bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın olmadığı yönünde açıklamada bulunurken; son testte tüm öğretmen adayları bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın olduğu yönünde açıklamada bulunmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ön testte hipotez kurma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını belirtirken; son testte planlama ve tasarım aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları ön testte hayal gücü ve yaratıcılığın her aşamada, hipotez kurma ve deney yapma aşamasında kullanıldığı açıklamasında bulunurken; son testte bu şekilde bir açıklamada bulunmamışlardır.

4.1.6.Bilimde Gözlem-Çıkarım İlişkisine Ait Bulgular

Öğretmen adaylarının gözlem-çıkarım ilişkisine anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla VNOS-C ölçeğinde yer alan altı ve yedinci sorular değerlendirilmiştir. Altıncı soruda öğretmen adaylarına bilim insanların atomların yapısından nasıl emin olabilecekleri ve atomları yapısına ilişkin sonuçları hangi kanıtlardan yola çıkarak belirledikleri; yedinci soruda ise bilim insanların türün ne olduğunu hangi kanıtlardan yola çıkarak belirledikleri sorulmuştur.

4.1.6.1. Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarım ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanların “deney, gözlem, araştırma ve inceleme” gibi çalışmalar yardımıyla problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanların yapmış oldukları çeşitli çalışmalar doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını

belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“İlk zamanlarda birçok hipotez atıldı ortaya ama hepsinin eksik bir yönü bulunduğundan geçerli olmadı. Bu tanımları yapabilmeleri için bilim adamları sürekli kontrollü deney ve gözlem yaparak buldular.” Öğrenci 61

“Mikroskopla incelemiş olabilirler.” Öğrenci 39

“Tür; benzer özellik gösterir, aynı atadan gelir. Bilim adamları birkaç kuşak bunu gözlemlemiş, incelemişlerdir. Canlıların dış görünüşü, beslenme şekli, diş yapısı bütün yapılarını incelemiş daha sonra tür kavramını oluşturmuşlardır.” Öğrenci 44

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının araştırma, deney ve gözlem yapma gibi farklı çalışmalarla sonuca ulaştıklarını düşünmektedirler.

Elde edilen bu sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Sizce en doğrusu hangisi bunların içinde? En doğru bulunabilir mi? En doğru diye bir şey var mıdır? Ya da nasıl bulabiliriz?

Ö4: Deneyerek.

Ö8: Bence yoğunluk farkı yok. Portakalın içine su giriyor ve batıyor.

A: Bu söylediklerinize bana neye göre söylediniz?

Ö5: Bilgimiz vardı hocam.

A: Her hangi bir olaya ilişkin ispat yaparken ne yapıyorsunuz?

Ö18: Denememiz gerekiyor hocam.

Ö17: Ön bilgilerimizi kullanırken bazı tahminler yaptık, ama gerçekten doğru olup olmadığını anlamamız için deney yapmamız gerekiyordu. Bu yüzden portakalları suya atarak gözlemledik ve tahminlerimizi gözlemlerle destekleyerek sonuçlandırdık.

A: Günlük yaşamda da bilim adamları bize bir takım Şeyler bulurken denemeler yapıyorlar. Gözlemlerini kullanıyorlar. Mesela siz portakallara ilişkin yargılara varırken hepiniz gözlemlediniz. Gözlem ve deney sonucunuza bağlı olarak sonuca vardınız.

Alıntılarda da grldğu gibi ğretmen adayları bilim insanlarının çalışmalarını yaparken tahmin, gözlem, deney gibi basamakların kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca ğretmen adaylarının yapmış olduğu açıklamalar, basamaklar arasında belirli bir düzen olduğunu düşündüklerini gösterir niteliktedir. Elde edilen sonuçlara göre ğretmen adaylarının; bilim insanlarının çalışmalarını yaparken gözlem sonuçlarını kullandıkları, farklı yöntemler kullanarak sonuçlara ulaşmaya çalıştıkları ve elde ettikleri verileri bir arada değerlendirerek çalışmalarını sonlandırdıkları düşüncesi içinde oldukları söylenebilir.

VNOS-C leğinden elde edilen sonuçlar BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da benzerlik göstermektedir. BDHGF’nda yer alan soruya vermiş oldukları cevaplarda ğretmen adaylarının %87’si bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca ğretmen adaylarının %17’si de bilim insanlarının gözlemleri kullanarak çalışmalarının sonuçlarına ulaştıklarını düşünmektedirler.

4.1.6.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarım ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “gözlem, deney, inceleme, araştırma çalışmaları ve n bilgilerini” kullanarak problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanlarının yapmış oldukları çeşitli çalışmalar doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını

belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Atomu parçalamışlar ve içini incelemişlerdir.” Öğrenci 11

“Deney ve gözlemlerle emin olabilirler.” Öğrenci 5

“Önceki atom modellerinden yola çıkmışlardır ve deneylerle şimdiki modele ulaşmışlardır.” Öğrenci 9

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının araştırma, deney ve gözlem gibi farklı çalışmalarla sonuca ulaştıklarını düşünmektedirler.

Öğretmen adayları, yapmış oldukları açıklamaların benzerlerini etkinlikler sonrasında yapılan görüşmelerde de belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Protonlarla ilgili soruya ön testte inceleme; son testte deney ve gözlem demişsin. Nasıl gözlem yapıyorlar bilim adamları? Atomu biz göremiyoruz onlar görebiliyorlar mı?

Ö6: Görmekten kastım mikroskopla görme olabilir.

A: Peki önceki dönemleri düşünürsek o dönemlerde mikroskop var mıydı?

Ö6: Yoktu.

A: Bu durumda nasıl yapılıyor.

Ö6: Bu durumda gözlem yapamazlar, deneyler yapabilirler.

A: Peki deneyleri nasıl yapıyorlar, görmedikleri bir şeyle ilgili?

Ö6: Varsayımla. Bilmiyorum.

A: Yedinci soruda ön testte bir şey yazmamışsın. Son testte ise deney cevabını vermişsin. Deney nasıl yapıyorlar burada?

Ö6: Burada biyolojide öğretilen bir örnek gelmişti aklıma at ve eşek bir tür bunlar çiftleşince katır çıkıyor ortaya. Bu canlı kısır, verimli döl verme şansı

yok. Buradan şu sonucu çıkarmışlar iki farklı tür birleşince verimli döller oluşmaz. Deneyden kast ettiğim şey bu örnekti.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, her iki soruda da deney yapılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adayı görmedikleri bir şey hakkında deney yapılırken ancak, var sayımlardan yola çıkılarak deney yapılabileceğini belirtmiştir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar ile BDHGF'ndan elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu tespit edilmiştir. BDHGF'nda yer alan dokuzuncu soruya öğretmen adaylarının %78'i bilim insanlarının çalışmalarını yaparken deneyleri kullandıklarını, %35'i inceleme ve araştırma yaptıklarını, %26'sı ise gözlemlerini kullandıklarını belirtmişlerdir.

Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine yönelik elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının, bilim insanlarının yapmış oldukları farklı çalışmalara bağlı olarak sonuçlara ulaştıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Öğretmen adayları bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine ait sorulara farklı cevaplar vermişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının, yapılan araştırmaya göre uygulanacak yöntemin de farklı olduğunu düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Bununla birlikte öğretmen adayları ne ön ne de son testte, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılabilirliğini, doğrudan doğruya ifade etmemişlerdir. Ancak elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, ön testte daha genel ve tek bir yöntemin varlığından söz ettiklerini; son testte ise farklı yöntemlerin bir araya getirilmesi ve buradan ulaşılacak çıkarımlar doğrultusunda sonuçlara ulaşılması gerektiğini düşündüklerini gösterir niteliktedir. Bu sonuçlar Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuç uygulanan öğretim tasarımının öğretmen adaylarının gözlem-çıkarım ilişkisini kavramaları konusunda yetersiz kaldığını gösterir niteliktedir. Elde edilen bu sonucun aksine, farklı araştırmalarda (Matkins, Bell, Irving ve McNall, 2002; Küçük, 2006; Ayvacı, 2007) gözlem-çıkarım ilişkisinin yeterli bir şekilde kavratılabildiği tespit edilmiştir.

4.1.6.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarım ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “gözlem, deney, inceleme, araştırma çalışmaları ve ön bilgilerini kullanarak” problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanlarının yapmış oldukları çeşitli çalışmalar doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“İlk önce ellerinde bulunan bilgi ve kendilerinden önceki bilim adamlarının bilgi birikimlerinden yararlanılarak daha sonra deney ve gözlemler sonucu kanıtlamışlardır.” Öğrenci 12

“Yaptıkları araştırma ve deneylerden yola çıkarak bu sonuca varmışlardır.” Öğrenci 18

“Yaptıkları araştırmalarla emin olmuşlardır. (Gözlemlerle) Tür olarak belirledikleri bir koloniyi ve ortak özelliklerini araştırarak türün tanımını belirlemişlerdir.” Öğrenci 37

“Bilim adamları canlıları inceleyerek ve gözlemleyerek emin olabilirler.” Öğrenci 11

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının araştırma, deney ve gözlem yapma gibi farklı çalışmalarla sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler.

Elde edilen bu sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Periyodik tabloya ilişkin bilgiler bulunurken bilim adamları da sizin gibi birçok özelliği olan elementleri sınıflamaya çalışmışlar. Aslında sizler şimdi bir bilim adamı gibi çalıştınız. Bu sınıflamayı yaparken ilk olarak ne yaptınız biraz açıklayabilir misiniz?

Ö15: Önce inceledik. Gözlem yaptık.

Ö12: Sonra ortak özelliklerine göre sınıflamaya çalıştık.

A: Peki az önce resimle ilgili konuşurken ne yaptınız? Yorumlarınızı nasıl yaptınız?

Ö21: Düşündük.

A: Düşünmeden önce ne yaptınız?

Ö10: Gördük.

A: Evet yani gözlemlediniz. Bilimde her şey gözlemle başlar. Gözlemle başlarsınız ve elinizdeki diğer verileri de kullanarak bir sonuca varırsınız.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları çalışmalarını yaparken tahmin, gözlem, deney gibi basamakların kullanılması gerektiğini düşünmektedirler.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar ile BDHGF'ndan elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir. BDHGF'na vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının %76'sı bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri, %62'si inceleme ve araştırmaları, %38'i ise gözlemleri kullandıklarını belirtmişlerdir.

4.1.6.4. Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarım ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “gözlem, deney, inceleme, araştırma, ön bilgi ve hayal güçlerini kullanarak” problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanlarının yapmış oldukları çeşitli çalışmalarla bunun yanı sıra; ön bilgi ve hayal güçleri doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Deney ve gözlem sonucu gerekli teknolojik aletleri kullanarak ve hayal gücünü kullanarak yapmışlardır.” Öğrenci 4

“Bilim adamları çalışmasında maddelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerine bakarak bir araştırma ve inceleme yaparak atomun yapısını kanıtlamaya çalışmışlardır.” Öğrenci 3

“Bilim adamları daha önceki bilim adamlarının bulduklarını geliştirerek ve daha da ilerleterek belirlemişlerdir. Hayal gücü ve deneyimlerini kullanmışlardır.” Öğrenci 10

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı çalışmalar yaparak ve birden fazla yöntemi bir arada kullanarak çalıştıklarını düşünmektedirler. Benzer sonuçlar görüşme kayıtlarında da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Proton, nötron sorusuna ön testte deney yaparlar, araştırma yaparlar demişsin. Son testte ise hayal güçlerini kullanırlar demişsin. Hiç birimiz atomu görmediğimiz halde deneyi nasıl yapıyorlar?

Ö7:Rutherford geliyor şu anda aklıma. Işınları gönderip, ışınların saçma açısına göre, tahminlerde bulunuyor. Deney aslında çok eskilerde atomu bulmak için yeterli değildi. Üzümlü keke benzetiliyor. Yuvarlak bir küre deniyor. Biraz da hayal gücüne göre karar veriyorlar. Tam bir deney yok aslında. Rutherford'a kadar sistemli ve düzenli ilerleyen bir deney yok. O yüzden hayal gücü, Rutherford'dan sonra deneyler, yorumlamalar, araştırmalar. Rutherford'da bilgilerin birikimi tam. Bugüne kadarki olan bilgilerin sonucunda doğru bilgiye ulaşıyor.

A: Rutherford öncesinde hayal gücü dedin. Peki, Rutherford'la birlikte ne oluyor. Rutherford atomu mu görmeye başlıyor? Deney nasıl yapıyor?

Ö7: Işıklar gönderiyor, ışınların sapma açısına göre burada elektron, proton şeklinde açıklamalarda bulunuyor.

A: Doğrudan atomu göremiyor mu?

Ö7: Göremiyor. Yine orda hayal gücü vardır. Orda kendine göre yorumluyor. Hani biz bir deney yapmıştık. Misketi atıyorduk, boyu şudur gibi tahminlerde bulunmuştuk. Rutherford'un yaptığı da o şekilde biraz daha tahmin. Bu konudaki her şey aslında tahminlere dayanıyor.

A: Desem ki atomla ilgili her şey teori halinden çıkıp artık kanunlaştı, oradaki bilgilerin doğruluğu için ne söyleyebilirsin.

Ö7: O bilgilerin etkisi yoktur diyemeyiz. Ama günümüzdeki deneylerin kesinliği daha çoktur.

A: Peki ulaşılan sonuçların tamamı ilk baştaki bir tahmine bağlı değil mi?

Ö7:Evet tahminlere dayalı.

A: Peki görmediğin bir şey üzerine tahmin yürüterek yaptığın deneyler ne kadar etkili olabilir?

Ö7: Varsayımlar hocam her şey. Yani tahmin. Tahminlerden ötesi çok zor.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, bilim insanlarının hayal güçleri ve tahminlerini kullanarak; ortaya attıkları varsayımlar doğrultusunda sonuca karar verdiklerini düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayı, soruya vermiş olduğu cevabı ders sürecinde yaptıkları benzer bir tahminle ilişkilendirmiştir. Buna göre öğretmen adayı, atomun yapısına ilişkin kanıtların da buna benzer bir çalışmayla bulunmuş olabileceğini düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının yapılan çalışmaya göre farklı yöntemlerin uygulandığına ilişkin düşünceleri, BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre öğretmen adaylarının tamamı, bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonucun yanı sıra, öğretmen adaylarının %67'si bilim insanlarının önceki bilgi

birikimlerini, %52'si inceleme ve araştırmalarını, %48'i ise gözlemlerini kullandıklarını düşünmektedirler.

Bilimde gözlem-çıkarm ilişkisine yönelik elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, bilim insanlarının yapmış oldukları farklı çalışmalara bağı olarak sonuçlara ulaştıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Öğretmen adayları bilimde gözlem-çıkarm ilişkisine yönelik olarak sorulan sorulara, farklı cevaplar vermişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının, yapılan araştırmaya göre uygulanacak yöntemin de farklı olduğunu düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Ön ve son testte yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme, araştırma yaparak ve ön bilgilerini kullanarak sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları bilim insanlarının hayal güçlerini kullanarak çalışmalarının sonuçlarına vardıklarını da belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları ne ön ne de son testte, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılabileceğini, doğrudan doğruya ifade etmemişlerdir. Ancak elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, ön testte daha genel ve tek bir yöntemin varlığından söz ettiklerini; son testte ise farklı yöntemlerin bir araya getirilmesi ve buradan ulaşılacak çıkarımlar doğrultusunda sonuçlara ulaşılması gerektiğini düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.6.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarm ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “gözlem, deney, inceleme, araştırma çalışmaları” yaparak problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanlarının yapmış oldukları çeşitli çalışmalar doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Yapmış oldukları gözlem ve kontrollü deneyler sayesinde.” Öğrenci 32

“Bence dünyada her şey hareket halinde ve cansız olarak bildiğimiz maddelerinde hareket ettiklerini düşünüp araştırmışlardır.” Öğrenci 69

“Geçmişteki bulgu, bilgi ve araştırmalardan yararlanıp, canlıları anatomik, benzerliklerine göre sınıflandırılmıştır.” Öğrenci 23

“Yapılarını inceleyerek belirlemişlerdir.” Öğrenci 34

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı yöntemleri kullanarak sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler.

Benzer sonuçlar BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının %90’ı dokuzuncu soruya, bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmaları için deneyleri kullanmaları gerektiğini belirtmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının %20’si gözlemleri, %15’i ise inceleme ve araştırmaları kullandıklarını düşünmektedirler.

4.1.6.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimde gözlem çıkarım ilişkisine ait aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları bilim insanlarının “gözlem ve deney yaparak; ayrıca ön bilgilerini kullanarak” problemlerine ilişkin sonuçları elde ettiklerini düşünmektedirler.

Öğretmen adayları bilim insanlarının yapmış oldukları çeşitli çalışmalar doğrultusunda atomun yapısına ilişkin kanıtlara ve tür tanımına ulaştıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bu hale gelene kadar birçok bilim adamı incelemiş. Aynı sonuçlara ulaşmışlardır. Deneylerle kanıtlanmıştır.” Öğrenci 16

“Her bilim adamı kendinden önceki bilim adamlarının bilgilerini ya değiştirirler ya da geliştirirler. Bunu da birçok deney ve gözlem yaparak yapmışlardır.” Öğrenci 7

“şu anki teknik araçları kullanarak atomun proton, nötrondan oluştuğu söylenebiliyor. İleride teknoloji gelişirse bu yönde çalışmalar yapılırsa daha yeni kavramlar da oluşabilir.” Öğrenci 2

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilim insanlarının farklı çalışmalar yaparak sonuca ulaştıklarını düşünmektedirler.

BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF’nda öğretmen adaylarının %90’ı bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan deneyleri kullanarak emin olabileceklerini belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının %35’i bilim insanlarının yapmış oldukları inceleme ve araştırmalarla, %20’si ön bilgilerle, %15’i ise gözlemlerle elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olabileceklerini belirtmişlerdir.

Elde edilen sonuçlar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının birbirine benzer cevaplar verdikleri; ancak vermiş oldukları cevapların oranlarında değişim olduğu görülmektedir. Ayrıca hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, farklı çalışmalar yapılarak mevcut sonuçlara ulaşılabileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bununla birlikte öğretmen adayları ne ön ne de son testte, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılabileceğini, doğrudan doğruya ifade etmemişlerdir.

4.1.7.Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla VNOS-C ölçeğinde yer alan dokuzuncu soru değerlendirilmiştir. Soruda öğretmen adaylarına bilimin “sosyal kültürel değerleri mi?” yoksa “evrensel değerleri mi?” yansıttığı sorulmuştur.

4.1.7.1.Deney I Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, soruya vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını; bir bölümü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları “*deney-gözlem doğrultusunda elde edilen bilgilerin her yerde aynı olması*” nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları “*ekonomi, politika ve siyaset gibi etkenlerin toplumu etkilemesi; toplumunda bilim adamını etkilemesi*” nedeniyle; bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise “*toplumun sahip olduğu dini inanıştan etkilenmesi*” nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının %65’i bilimin evrensel olduğu, %13’ü bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği, diğer bir %13’lük bölüm ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Aslında bu sorunun cevabı kendi hayat görüşümüzdür. Yani bana göre bilim evrenseldir. Bu bana göre ama. Çünkü gidilecek yollar, takip edilen bilgiler benzerdir. Sonucunda çok yalın ya da aynı olması gerekir. Bilimsel bilgi duygularla, sezilerle değil; deneylerle, gözlemlerle elde edilen kesin

sonuçlarla elde edilir. Örneğin kimse çıkıp da yerçekimi diye bir şey yoktur ya da bana göre farklıdır diyemez.” Öğrenci 25

“Bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtıyor. Çünkü ülkenin içinde bulunduğu ekonomik koşullar, politik, siyasi güç bilimin gelişmesinde oldukça etkilidir. Ekonomik koşulları iyi olan bir ülkenin bilime sağladığı maddi güç fazladır. Bu da bilimin gelişmesini olumlu yönde etkiler.” Öğrenci 14

“Bilim evrenseldir. Ancak içinde oluştuğu toplumun sosyal ve kültürel değerlerinden etkilenir. Örneğin evrim teorisi İslam dinine göre insanlar Hz. Âdem’den üremişlerdir. Bizler bu inancımıza göre böyle bir iddia ortaya atmamız.” Öğrenci 7

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Elde edilen sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklemektedir.

A: Hepiniz farklı şeyler gördüğünüzü söylediniz. Buna yaşadığınız çevrenin, kültürünüzün, bilgi birikiminizin anne-babanızdan öğrenmiş olduklarınızın etkisi var mı? Bilim adamının verdiği kararlara etki eder mi çevresi ve kültürü?

Ö18: Eder. Çünkü Edison ampulü bulurken kaç kez deneme yapmış. Burada katı etkili olmuş.

A: Bir çalışma yapıldığını düşünün. Bilim adamının yaşadığı çevre, kültürü yaptığı çalışmayı etkiler mi? Bilim adamı yaşadığı çevreye göre karar verir mi?

Ö1: Dini birikimine göre yapmayabilir. Dini açılar veya sosyal açıdan sakıncalıdır. O zaman yapmayabilir.

Ö5: Teorik de etkilememeli. Ama pratikte etkiler. Etkilemeyecek diyemez. Etkileyebilir. Bunun sözü var. “ben deney odama girerken, bütün kimliğimi asarım. Objektif olarak girerim” diyor. Ama bu her deneyde aynı değil. Örneğin, bazı deneyler Toriçelli düşünün; kültürle hiçbir alakası yok, tamamen deneysel. Ama kültürün de etkileyeceği bazı deneyler var. Yaptığımız etkinlik. Ne gördün açıkla; bilinçaltına dayanıyor. Etkiler. Yaşam şudur, diye bir şey yok; ikisi de olabilir.

Ö10: Dünyanın yuvarlak olduğunu bulmada önce düz sanıyorlardı. Adam kendi çevresine göre düşünseydi, öyle yapmaması lazımdı ve adam ispatladı. Çevresine göre değil hocam; doğruyu bulduğu zaman devam ediyoruz etkilemez.

A: Peki bütün alanlarda bu şekilde midir? Bilim adamı; sosyal, kültürel çevresinden etkilenmeden, çalışmalarında objektif mi davranır?

Ö1: Atom bombası 1800’lerde bir Türk tarafından bulundu. Bilim adamı ben atomu parçalasam Bağdat yerle bir olur. Bunu anlatamam demiş. Sonra Einstein buldu. İkinci dünya savaşı oldu. Bazı şeyler düşünülerek yapılmayabilir. Genetikte insanların klonlanması etiğe aykırı olduğu için yapılmıyor sonuçta.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları sosyal ve kültürel çevrenin bilim üzerine olan etkisi konusunda farklı açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğretmen adayları, bilim insanlarının çalışmalarını yaparken çevresine göre hareket etmemesi ve objektif olması gerektiğini düşünmektedirler. Bunun yanı sıra öğretmen adayları toplum yapısı, kültürel değerler ve toplumun sahip olduğu inancın bilimi etkileyebileceğini de belirtmişlerdir.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar ile BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar birbirine paraleldir. BDHGF’nda öğretmen adaylarının %43’ü bilimin evrensel olduğunu belirtmiştir. Öğretmen adaylarının %70’i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemeyeceğini belirtirken, %30’u da etkileyeceğini belirtmiştir. Elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin evrensel olduğunu düşündüklerini gösterir niteliktedir.

4.1.7.2.Deney I Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adayları hemen hemen birbirine yakın oranlarda bilimin evrensel olduğunu, sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini ve hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünmektedirler. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları *“bilimsel bilginin doğrulunun kanıtlanabilir olması, buna bağlı olarak tek bir doğruyu içermesi ve herkes tarafından kabul edilmesi; bu bağlamda sonucun kültürel değerlere göre değişmemesi”* nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları *“bilim insanlarının yaşadıkları çevreden etkilenmesi ve buna bağlı olarak, farklı yaşam koşulları ve toplumun dini- sosyal değerlerini göz önüne alarak çalışması”* nedeniyle; bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise *“kişilerin hayal güçlerinin ve düşüncelerinin sosyal çevrelerinden etkilenmesi; ancak tek bir gerçeğin olması”* nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının %30'u bilimin evrensel olduğunu, %35'i bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini, diğer bir %35'lik bölüm ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim evrenseldir. Doğruluğu kanıtlanabilir bilgiler olduğu için tüm dünya buna inanmak zorundadır.” Öğrenci 4

“Bilim, bilim adamlarından etkilenir. Bilim adamları üzerinde etkisi olan her şey bilimi de etkiler. Sosyal ve kültürel değerler bilim adamını etkilediğine göre bilimi de etkiler.” Öğrenci 11

“Bilim adamının yetiştiği aile ortamı başta olmak üzere, çevresi, yaşadığı çağın değerleri, çağın olayları vb. gibi etkenler, çalışmaya öznellik boyutunu katacağından, sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Ama aynı zamanda bilimsel bilgi evrenseldir. Tek bir gerçek vardır ve keşfedildikten sonra dünyanın her yerinde bu bilgi böyledir.” Öğrenci 19

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Öğretmen adayları, benzer açıklamaları etkinlikler sonrasında yapılan görüşmelerde de belirtmişlerdir. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adaylarından biriyle yapılan görüşme aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Ön testte bilim evrenseldir demişsin. Son testte ise sosyal kültürel yaşantının etkisi var ancak evrenseldir demişsin. Düşüncelerinde çelişki mi var? Ne düşünüyorsun şu anda?

Ö4: Günümüzde evrenseldir demişim. Eskiden kültüre ve yaşantıya etki yoktu, ama şu an radyo internet televizyon olduğu için her türlü bilgiye ulaşabiliyoruz. Ama eskiden hiçbir şeyden haberleri olmuyordu. O yüzden kendi bilimlerini yapıyorlar.

A: Yani kendi sosyal yaşantılarından yola çıkarak mı bilim yapıyorlar? Bulunan sonuçlar yayılmıyor mu daha sonra?

Ö4: O dönemde o toplumda kalıyordu. Örneğin Amerika 1300’lerde keşfedildi. Ama bu zamana kadar herkes kendi bilimini yapıyordu. Mesela mısırlılar piramitleri kendi geometrik hesaplamalarına göre yapıyor.

A: Yani bilimsel çalışmalara sosyal yaşantının etkisi yok mudur?

Ö4: Bence bilim evrenseldir.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Yapmış olduğu açıklamada öğretmen adayı, günümüzde yaşanan teknolojik gelişmelerin bilimin evrenselleşmesinde önemli bir katkısının olduğunu

belirtmiştir. Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten başka bir öğretmen adayıyla yapılan görüşme kaydı ise aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Sosyal kültürel ve evrensel olma sorusuna ön testte evrenseldir demiş ve Galileo'nun dünyanın yuvarlak olduğunu söylemesi örneğini vermişsin. Son testte ise sosyal kültürel değerlerden etkilenir; çünkü farklı yaşam koşulları için bilgi üretilir demişsin. Fikrin neden değişti? Ya da şu an hangisini düşünüyorsun?

Ö3: Mesela Galileo sonuçta bunu söylerken çeşitli şekilde kilise tarafından baskı altındaydı. Ve bunu araştırma ihtiyacı hissetti. Yani yine çevresinden etkilendi için buna benzer bir araştırma yaptı. Örneğin şehirli insan, kendilerinin zaman kazanması için kendileri için birçok araç-gereç üretmişlerdir. Sonuçta hiçbir bilim adamı yetiştiği çevreden bağımsız olamaz. Nötr olması gerekiyor ama olamaz. Buldukları yaşadıkları şeylerden ortaya çıkar.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, araştırılacak konunun toplumun inancına aykırı olması durumunda, bilim insanlarının mevcut anlayışı yansıtacak yönde çalışmalar yapacağını düşünmektedir.

Elde edilen bu sonuç BDHGF'ndan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. BDHGF'nda öğretmen adaylarının %78'i bilimin evrensel olduğunu ancak sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini; buna karşın öğretmen adaylarının yalnızca %17'si bilimin evrensel olduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının % 65'i de sosyal ve kültürel yapının bilimi etkileyeceği düşüncesi içindedir.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre, ön testte öğretmen adaylarının %65'inin bilimin evrensel olduğunu düşündükleri; son testte ise bu oranın %30'a düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarının oranı ile bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarının oranının %13'den %35'e yükseldiği tespit edilmiştir.

Elde edilen bu sonuç, uygulanan öğretim tasarımının öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerinde önemli ölçüde değişime neden olduğunu gösterir niteliktedir. Elde edilen sonuç son testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Muşlu'nun (2008) yapmış olduğu araştırmada da öğrenciler, mevcut bilgilerin değişebileceğini belirtmiş; bunun nedenini ise bilim insanlarının olaylara farklı açılardan yaklaşması ve yaşadıkları çevrenin bu sürece etki etmesi ile ilişkilendirmişlerdir. Benzer sonuçlar Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış oldukları araştırmada da tespit edilmiştir. Buna göre uygulama sonrasında öğretmen adaylarının %27'sinde, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin geliştiği tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevapların nedenine ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ön ve son testte farklılaşmaktadır. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları bunun nedenini bilimin deney ve gözleme dayalı olması ile ilişkilendirirken; son testte bilginin kanıtlanabilir olması, tek bir doğruyu içermesi ve herkes tarafından kabul edilmesi ile ilişkilendirmişlerdir. Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları ön testte; ekonomi, politika ve siyasetin toplumu, toplumunda bilim insanlarını etkilediğini; son testte ise bilim insanlarının farklı yaşam koşulları, farklı dini ve sosyal değerleri göz önüne alarak çalıştıklarını belirtmişlerdir. Bilimin evrensel olduğunu ancak sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise ön testte; toplumun sahip olduğu dini inanıştan etkilenmesi; son testte kişilerin hayal güçlerinin ve düşüncelerinin sosyal çevrelerinden etkilenmesi, ancak tek bir gerçeğin olması nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

4.1.7.3.Deney II Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu düşünmektedirler. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını; bir bölümü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları *“deney ve gözlem sonucu elde edilen bilgilerin objektif olması ve sonucun toplumu etkilemesi”* nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları *“toplumun bilim adamını etkilemesi ve çevrenin bilim üzerinde etkisinin olması”* nedeniyle; bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise *“toplumsal olguların bilimi ve araştırılması düşünülen konuyu etkilediği, ancak sonucun evrensel olmasının gerekmesi”* nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Soruyu cevaplayan öğretmen adaylarının %76’sı bilimin evrensel olduğu, %14’ü bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği, %10’u ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilimin evrensel olduğuna inanyorum. Çünkü her hangi bir milletten, her hangi bir kişinin bilim adına yaptığı deney, çalışma ve sonuçlar; aynı şartlarda aynı sonucu vereceği için genel kabul görür ve evrenselleşir.”
Öğrenci 9

“Bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Çünkü bilime çevrenin etkisi vardır. Bilim olduğu bölgeden etkilenir. Örneğin bir araştırma yaptığınızda, yaşadığınız topluma göre büyüdüğünüzden gelenek ve toplumun yapısında olursunuz.”
Öğrenci 12

“Bilim evrensel olduğu kadar sosyal-kültürel değerlerden etkilenir. Bağnaz ve geri kalmış toplumda bilim geri kalmıştır. Kültürel olarak gelişmiş toplumlara baktığımızda bilim de gelişmiştir.”
Öğrenci 19

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Elde edilen sonuçlar, derslerde yapılan tartışmalarda da tespit edilmiştir. Aşağıdaki alıntı bu görüşleri örnelemektedir.

A: Aynı zamanda hepiniz birbirinizden farklı şeyler söylediniz değil mi? Şimdi yaptığınız bu çalışmayı bilimsel bir çalışmayla kıyaslayın. Bir resme bakarken hepinizden bir fikir çıktı. O halde bilimsel çalışmalarda da bilim adamlarının birbirinden farklı şeyler söyleyebileceğini görüyorsunuz değil mi? Hepinizin elindeki aynı resim. Baktığınız aynı resim ama ulaştığınız sonuçlar farklı. Neden farklı şeyler söylediniz?

Ö15: Herkes aynı şeye baktığında farklı şeyler görebilir hocam. Farklı sonuçlara ulaşabilir.

A: Burada ne etkili sence?

Ö15: Benim bakış açım.

Ö10: Yaşayış biçimleri, aldıkları eğitime göre, bakış açılarına göre değişir durum.

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, kişilerin sahip olduğu yaşam şartlarının, çevresinin ve eğitim durumunun ortaya konan düşünceleri etkilediği görüşündedirler.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar ile BDHGF'ndan elde edilen sonuçlar birbirine paralellik göstermektedir. BDHGF'nda öğretmen adaylarının %52'si bilimin evrensel olduğunu belirtirken; %38'i de bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %57'sinin toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkileyeceği görüşü içinde olduğu tespit edilmiştir.

4.1.7.4. Deney II Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu; buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını; bir bölümü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünmektedirler. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları *“bilimsel bilginin doğruluğunun kanıtlanabilir olması, elde edilen sonucun kültüre göre değişmemesi buna bağlı olarak da bilimde tek bir doğrunun olması ve elde edilen sonuçların herkes tarafından kabul edilmesi”* nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları *“bilim adamının toplumdan etkilenmesi ve ortaçağ Avrupa kültüründe benzer örneklerin olması”* nedeniyle; bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise *“bilim insanlarının toplumun çıkarına göre hareket ettiğini ancak elde edilen sonuçların farklı kültürlerdeki bilim adamları tarafından kabul edilmesi”* nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının %62’si bilimin evrensel olduğu, %10’u bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği, %28’i ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim evrenseldir. Bilimde kanıt ve gözlemlerle sonuca ulaşılır.” Öğrenci7
“Bilim sosyal ve kültürel değerlerden beslenir. Çünkü bilimsel çalışmalarda bilim adamının kendi düşünceleri, bilgi birikimi, yaşadığı toplum karar vermesinde etkili olmaktadır.” Öğrenci 11

“Bilim kültürden ve sosyal yapıdan elbette ki etkilenir. Ama sonuçta bulunan her kültürden her milletten bilim insanının kabulüyle oluştuğu için bilim evrenseldir. Hepsinin ortak değeridir.” Öğrenci 15

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Öğretmen adayları, benzer açıklamaları etkinlikler sonrasında yapılan görüşmelerde de belirtmişlerdir. Aşağıdaki alıntılar bu görüşleri örneklelemektedir.

A: Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenme sorusuna ön ve son testte evrenseldir demişsin. Şu anda böyle mi düşünüyorsun?

Ö8: Newton kanunu tüm dünyada geçerlidir. Mesela dünyada kuvvete “force” deniliyor. Biz ise kuvvet diyoruz. Yani tüm dünyadaki içerikleri aynıdır. Sadece isimleri değişiyor. Kanunlar aynıdır değişmez. Tüm dünyada kabul görür. Ulaşılan sonuçlar kültürle etkili olmaz. Tamamen evrenseldir.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Buna göre öğretmen adayı, ulaşılan sonuçların kültürle ilişkili olamayacağı, elde edilen sonuçların kesin olması gerektiği, bu nedenle de tüm dünyada kabul görmesinin gerektiğini belirtmiştir. Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarından biriyle yapılan görüşme kaydı aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Sosyal kültürel değerler sorusuna ön testte evrenseldir demişsin, son testte ise her ikisi de geçerlidir demişsin. Burada fikirlerin mi çelişiyor, düşüncen nedir şu anda?

Ö1: Bilim adamı sonucu topluma yansıtır, ama bunu yaparken kendi yaşadığı ortamlardan bir şeyleri çalışmasına aktarır.

Bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarından biriyle yapılan görüşme aşağıdaki alıntıda örneklenmektedir.

A: Sosyal ve kültürel değer sorusuna ön testte sosyal ve kültürel değeri yansıtır, çünkü bilime çevre etki eder demişsin. Son testte ise evrenseldir, çünkü bilim

herkes tarafından tartışılmalıdır demişsin. Fikirlerindeki bu değişim neden kaynaklandı? Şu an ne düşünüyorsun?

Ö3: Aslında bilim sosyal yapıdan etkileniyordur. Müslüman bir yerde büyüyen bir bilim adamı ile Amerika'da yetişen bir insanın düşünceleri farklıdır. Böyle olunca da sonuçlar farklılık oluşturur. Örneğin bir kişi Allah'ın varlığıyla ilgili veya O'nun ifade ettikleri ile ilgili Müslüman ise farklı düşünür, Hristiyan ise farklı düşünür. Buna göre sosyal kültürel yapıdan etkilenir. Ama evrenselliği de yansıtır. Bilim adamları topluma bir şeyler sunarlar. Bu nedenle sonuçlar evrenseldir.

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplara paralel açıklamalarda bulunmuşlardır.

Elde edilen bu sonuç BDHGF'ndan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. BDHGF'nda öğretmen adaylarının %57'si bilimin evrensel olduğunu, %43'ü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %67'si toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemeyeceğini düşünmektedir.

Elde edilen sonuçlar ön ve son test açısından karşılaştırıldığında, elde edilen sonuçların ön testten elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Buna göre hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü bilimin evrensel olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiğini düşünen öğretmen adaylarının sayısının son testte arttığı tespit edilmiştir. Vanderlinden'in (2007) yapmış olduğu araştırmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmada, öğretmen adaylarının bilimin neden evrensel olduğunu düşündüklerine ilişkin yapmış oldukları açıklamaların son testte ön teste göre farklılaştığı tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adayları ön testte bilimin objektif olması, toplumu etkilemesi ve deney-gözleme dayanması nedeniyle; son testte ise bilimin herkes tarafından kabul edilmesi, doğruluğunun kanıtlanabilir olması, sonucun kültüre göre farklılık göstermemesi ve bilimde tek bir doğrunun yer alması nedeniyle bilimin evrensel

olduğunu belirtmişlerdir. Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adaylarının neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin açıklamaları hem ön hem de son testte, toplumun bilim adamı üzerine yaptığı etkiye vurguda bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra ön testten farklı olarak, son testte öğretmen adayları, Ortaçağ'da yaşanan olaylardan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, bu şekilde bir açıklamada bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca ön testte öğretmen adaylarının çevrenin bilimi etkilemesine ilişkin yapmış oldukları açıklamalara son testte yer vermedikleri görülmektedir. Bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise ön testte bunun nedenini, toplumsal olgularla ilişkilendirirken; son testte bilim insanlarının toplum çıkarına çalışması ile ilişkilendirmişlerdir.

4.1.7.5.Kontrol Grubuna İlişkin Ön test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu düşünmektedirler. Buna karşın öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını; bir bölümü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları “*deney-gözlem doğrultusunda elde edilen bilgilerin her yerde aynı olması*” nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları “*ekonomi, politika ve siyaset gibi etkenlerin toplumu etkilemesi; toplumunda bilim adamını etkilemesi*” nedeniyle; bilimin hem evrensel hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise “*toplumun sahip olduğu dini inanıştan etkilenmesi*” nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Soruyu cevaplayan öğretmen adaylarının %75'i bilimin evrensel olduğunu, %20'si bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini, %5'i ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunmuşlardır. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim evrenseldir. Çünkü her hangi bir bilim insanı yaptığı deneyler sonucu diğer bilim insanları tarafından da desteklenirse tüm dünyaya duyurulur ve herkes bundan faydalanır. Bu yüzden bilim evrenseldir.” Öğrenci 26

“Bilim sosyal ve kültürel değerlen etkilenir. Şu an klonlamanın yapılmamasının tek nedeni dünyadaki tüm teokratik duruma ters olmasıdır.” Öğrenci 32

“Bilim tabi ki sosyal ve kültürel değerleri yansıtabilir ama bunun yanında evrenseldir de bence. Çünkü herkesin yararına kanıtlanabilir bir bilgi”. Öğrenci 62

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar ile BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar birbirine paraleldir. BDHGF’nda öğretmen adaylarının %75’i bilimin evrensel olduğunu belirtirken, %5’i bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini, %25’i ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %50’si toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemediğini düşünmektedir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuç öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün bilimin evrensel olduğunu düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir.

4.1.7.6.Kontrol Grubuna İlişkin Son test Bulguları

Öğretmen adaylarının, sorulara vermiş oldukları cevaplar doğrultusunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin aşağıda yer alan sav oluşturulmuştur.

Sav: Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu düşünürken; öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini; bir bölümü ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünmektedirler. Bilimin evrensel

olduğunu belirten öğretmen adayları “tüm insanları etkilemesi” nedeniyle; bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünen öğretmen adayları “Ortaçağda kültürel değerler nedeniyle idam edilenlerin olması” nedeniyle; bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise “bilimin toplumun ihtiyaçlarına göre oluştuğunu ancak tüm insanlara hitap etmesi” nedeniyle bu şekilde düşündüklerini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının %55’i bilimin evrensel olduğunu, %10’u bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini, %20’si ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal-kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Bilim evrenseldir. Çünkü bir bilim adamı yaptığı bir deneyin sonucunda bir kanuna ulaşıyorsa bu kanun bütün insanlığı etkiler.” Öğrenci 5

“Bilim evrenseldir. Çünkü herkesin kullanma hakkı vardır. Öyle olmasa dünyada çok büyük dengesizlik olur.” Öğrenci 8

“Bulunduğu sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmiştir. Örneğin Ortaçağ’da Avrupa’da kilise baskıları yüzünden idam edilen bilim adamları söylenebilir.” Öğrenci 6

“Bence her ikisi de olabilir. O toplumun ortak ihtiyacına göre araştırma yapılmış sonra bütün insanlığı etkileyerek evrenselleşmiştir.” Öğrenci 17

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin farklı açıklamalarda bulunmuşlardır.

Elde edilen sonuçlar BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. BDHGF’nda öğretmen adaylarının %65’i bilimin evrensel olduğunu belirtirken, %35’i ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel

değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %55'i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilediğini, %45'i ise etkilemediğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; ön testte öğretmen adaylarının %75'inin, son testte ise %55'inin bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarının oranının %20'den %10'a düştüğü; bilimin evrensel olduğu ancak sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarının oranının ise %5'ten %20'ye yükseldiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuç son testte öğretmen adaylarının önemli bir bölümünün, bilimsel bilginin evrensel olduğunu düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Bilimin evrensel olduğunu belirten öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerini ön testte deney ve gözlem doğrultusunda elde edilen bilgilerin her yerde aynı olması ile ilişkilendirirken; son testte bilimsel bilginin tüm insanları etkilemesi ile ilişkilendirmişlerdir. Bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ön testte ekonomi, politika ve siyaset gibi etkenlerin toplumu etkilemesi, toplumunda bilim adamını etkilemesi; son testte ise Ortaçağ'da kültürel değerler nedeniyle idam edilenlerin olması nedeniyle bu şekilde düşündüklerini ifade etmişlerdir. Bilimin hem evrensel hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirten öğretmen adayları ise ön testte toplumun sahip olduğu dini inanıştan etkilenmesiyle; son testte bilimin toplumun ihtiyaçlarına göre oluştuğunu ancak tüm insanlara hitap etmesiyle ilişkilendirmişlerdir.

4.2.BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞ FORMUNA İLİŞKİN BULGULAR (BDHGF)

BDHGF'ndan elde edilen veriler bilimin doğası boyutları göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Buna göre elde edilen veriler bilimsel bilginin deneye dayalı doğası, bilimsel teoriler ve kanunlar, bilimsel bilginin değişebilir, nesnel, yaratıcı doğası, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası olmak üzere yedi boyut doğrultusunda analiz edilerek yorumlanmıştır.

4.2.1.Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin düşünceleri BDHGF’nda yer alan 1, 2, 3, 4, 9 numaralı sorulara vermiş oldukları cevapların değerlendirilmesi doğrultusunda elde edilmiştir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar tablolar haline getirilerek yorumlanmıştır.

4.2.1.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 11’de yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ...kullanırlar.

Tablo 11: Deney I grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylerini	20	87	a)Deneylerini	18	78
b)Hipotezlerini	2	9	b)Hipotezlerini	2	9
c)Gözlemlerini	4	17	c)Gözlemlerini	6	26
d)İnceleme ve araştırmalarını	2	9	d)İnceleme ve araştırmalarını	8	35
e)Önceki bilgi birikimlerini	1	4	e)Önceki bilgi birikimlerini	3	13

Ön testten elde edilen sonuçlara göre öğretmen adayları, bilim insanlarının mevcut bilgilerin doğruluğundan deneyleri kullanarak emin olduklarını düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayları, bilim insanlarının bu süreçte gözlemlerini de kullandığını belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü sorudan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre her iki sonuç öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin oluşturulması ve doğruluğunun tespit edilmesi sürecinde deneylerin kullanılması gerektiğini düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Son testten elde edilen sonuçlara göreyse öğretmen adaylarının %78'i bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için, deneyleri kullandıklarını düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının %35'i de, bu süreçte inceleme ve araştırmaların kullanıldığı açıklamasında bulunmuşlardır. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda da öğretmen adayları, bilimsel bilginin oluşturulması için deneylerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 4. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 12'de yer almaktadır.

Soru 4: Bilimsel bilgi oluşturulurken deney gereklidir. Çünkü...

Tablo 12: Deney I grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	11	48	a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	11	48
b)Hipotezi ispatlamak için	5	22	b)Hipotezi ispatlamak için	10	43
c)Kanıt sağlamak için	5	22	c)Kanıt sağlamak için	7	30
d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	1	4	d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	2	9
e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	4	17	e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	3	13
f)Bilimsel bilgi elde etmek için	2	9	f)Bilimsel bilgi elde etmek için	4	17

Ön testte vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının %48'i deneyin, mevcut bilginin doğruluğunu ispatlamak için gerekli olduğunu düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de deneyin oluşturulan hipotezlerin ispatlanması ve çeşitli durumlarda kanıt sağlaması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Sağlam bilgi elde edilmiş olur.” Öğrenci 10

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı deneyin gerekli olduğunu düşünmekte ancak; bunun nedenine ilişkin kesin ve anlaşılır bir açıklamada bulunmamaktadır. Ayrıca öğretmen adayı, deneyin bilginin doğruluğunu sağladığını ve kesinleştirdiğini düşünmektedir.

VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Buna göre yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilginin doğruluğunun kanıtlanması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bu bağlamda her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %48’i deneyin, bilginin doğruluğunun ispatlanmasını sağladığı için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının %43’ü de deneyin hipotezi ispatlamak için gerekli olduğunu düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adayları deneyin her alanda yapılması, bilimsel bilginin deneyeyle oluşması ve bilginin ispatlanarak verilerin somutlaştırmasını sağlaması nedenleriyle gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğudenyinin bilginin ispatlanması için, gerekli olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Buna göre elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu; bu bağlamda öğretmen adaylarının sorulara tutarlı cevaplar verdikleri görülmektedir.

Öğretmen adaylarının 3. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 13’de yer almaktadır.

Soru 3: Deney nedir?

Tablo 13: Deney I grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezi ispatlama	1	4	a)Hipotezi ispatlama	12	52
b)Verileri kontrollü gözlemlene	7	30	b)Verileri kontrollü gözlemlene	9	39
c)Laboratuarda inceleme yapma	2	9	c)Laboratuarda inceleme yapma	3	13
d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	6	26	d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	7	30
e)Gözlemleri test etme	12	52	e)Gözlemleri test etme	6	26
f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	1	4	f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	3	13

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü (%72) deneyi, gözlemlerin test edilmesi olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü deneyin; teorik bilgiyi görsel hale getirdiğini ve mevcut verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesini sağladığını belirtmişlerdir. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Uygulanabilirliği tespit etme.” Öğrenci 10

Öğretmen adayı deneyi, uygulanabilirliği test etme olarak açıklamış; ancak neyin uygulanabilirliği olduğuna ilişkin açıklamada bulunmamıştır.

VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları deneyi, bilgiyi görselleştirme ve ispat yapma olarak açıklamışlardır. Elde edilen sonuçlar benzer olmasına rağmen; öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu VNOS-C ölçeğinde deneyi ispat yapma olarak tanımlamışlardır.

Son testte vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%52) deneyi, hipotezi ispatlama olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının

bir bölümü deneyin, verilerin kontrollü olarak gözlenmesi olduğunu düşünmektedirler. BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları deneyi ispat yapma, doğrulama yapma ve bilginin görselleştirilmesi olarak açıklamışlardır. Ayrıca elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyin, ispat yapma olduğunu düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 1. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 14’de yer almaktadır.

Soru 1: Bilim nedir?

Tablo 14: Deney I grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilinmeyeni bulma	2	9	a)Bilinmeyeni bulma	9	39
b)Sorunlara çözüm bulma	4	17	b)Sorunlara çözüm bulma	5	22
c)Kanunları açıklayan bilgi	1	4	c)Kanunları açıklayan bilgi	1	4
d) Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	12	52	d)Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	11	48
e) Deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi	10	43	e)Deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi	9	39
f) Sorgulama sistemi	2	9	f)Sorgulama sistemi	5	22

Soruya verilen cevaplara göre ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%52) bilimin gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının bütünü olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de (%43) bilimin bilgi birikimi olduğunu; ayrıca bu bilgi birikiminin deney ve gözlemler doğrultusunda oluştuğunu düşünmektedirler. Bu sonuç öğretmen adaylarının bilimsel bilginin oluşması sürecinde gözlem ve deneylerin mutlaka yer alması gerektiğini düşündüklerini gösterir niteliktedir. Soruya “diğer” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklendirilmiştir.

“Var olanları gün yüzüne çıkarma, dünyada olan kanunları tespit edip açıklama.” Öğrenci 10

Yapmış olduğu açıklamaya göre öğretmen adayının bilimi, bilinmeyeni bulma ve kanunları açıklama olarak tanımladığı söylenebilir. BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilimi; bilinmeyene cevap verme, bilgi birikimi, gözlem, deney ve araştırma çalışmaları olarak açıklamışlardır.

Son testte soruya vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimi gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmaları olduğunu düşünmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının bir bölümü de bilimin deney ve gözlemlerle kanıtlanabilen bilgi birikimi olduğunu; ayrıca bilimin bilinmeyeni bulmayı amaçladığını belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimin hayatı kolaylaştırmak, olayları açıklamak ve bilinmeyeni bulmak amacıyla yapılan gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarına bağlı olarak elde edilen bilgi olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar birbirine benzer olmakla birlikte, VNOS-C ölçeğinde öğretmen adayları soruya vermiş oldukları cevapları üç başlık etrafında toplamışlardır. BDHGF’nda vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları, hemen hemen tüm şıklara yakın oranlarda katılmışlardır.

Öğretmen adaylarının 2. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 15’de yer almaktadır.

Soru 2: Bilim diğer disiplinlerden (din, güzel sanatlar ...) farklıdır çünkü...

Tablo 15: Deney I grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneye dayalıdır	15	65	a)Deneye dayalıdır	10	43
b)Sorgulama vardır	3	13	b)Sorgulama vardır	3	13
c)Objektiftir/evrenseldir	5	22	c)Objektiftir/evrenseldir	4	17
d)Kesin ve nettir	2	9	d)Kesin ve nettir	8	35
e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	1	4	e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	7	30
f)İzlediği yöntem farklıdır	1	4	f)İzlediği yöntem farklıdır	6	26

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü (%65) bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerinden farklı olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adayları bilimin objektif, evrensel, sorgulanabilir ve kesin olduğunu da düşünmektedirler. Soruya “diğer” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Akla ve mantığa uygundur.” Öğrenci 10

Öğretmen adayı yapmış olduğu açıklamada, bilimin akla ve mantığa olan uygunluğu üzerine vurguda bulunmuştur. Yapmış olduğu bu açıklamada göre, öğretmen adayının bilimin objektif ve evrensel olduğunu düşündüğü söylenebilir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları bilimin deney ve gözleme dayanması, ispatlanabilir ve sorgulanabilir olması, objektif, evrensel ve kesin olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca her iki veri toplama aracına verilen cevaplarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimi; deney ve gözleme dayanması, evrensel ve objektif olması açıklamasında bulunmuşlardır. Bu bağlamda elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının son testte soruya vermiş oldukları cevaplara göre büyük bir çoğunluğu (%43) bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilimin; kesin ve net olması,

neden-sonuç ilişkisine dayanması ve izlediği yöntemin farklı olması gibi nedenler dolayısıyla diğer disiplinlerden ayrıldığını düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimin deneye dayalı, kanıtlanabilir, kesin, evrensel ve değişebilir olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşünmektedirler. Bu sonuçların yanı sıra VNOS-C ölçeğinde öğretmen adayları, bilimin değişebilir nitelikte olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Elde edilen bu sonuç BDHGF’nda bilimin, kesin ve net olduğunu belirten öğretmen adaylarının yapmış oldukları açıklamalarla çelişmektedir.

Bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını; ayrıca deneyin gözlemlerin test edilmesi olduğunu düşündükleri görülmektedir. Elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paraleldir. Buna göre öğretmen adaylarının veri toplama araçlarına tutarlı cevaplar verdikleri söylenebilir.

Bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını; ayrıca deneyin, hipotezin ispatlanması olduğunu düşündükleri görülmektedir. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları deneyin, bilginin doğruluğunun ispatlanması için gerekli olduğu açıklamasında bulunmuşlardır.

Ön ve son testten elde edilen sonuçların değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda; öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde deneylerin kullanılması gerektiğini düşündükleri görülmektedir. Deneyin ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ise ön ve son testte farklılaşmaktadır. Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun deneyi gözlemleri test etme olarak; son testte ise hipotezi ispatlama olarak açıkladıkları tespit edilmiştir.

4.2.1.2. Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 16’da yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ... kullanırlar.

Tablo 16: Deney II grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylerini	16	76	a)Deneylerini	21	100
b)Hipotezlerini	1	5	b)Hipotezlerini	5	24
c)Gözlemlerini	8	38	c)Gözlemlerini	10	48
d)İnceleme ve araştırmalarını	13	62	d)İnceleme ve araştırmalarını	11	52
e)Önceki bilgi birikimlerini	5	24	e)Önceki bilgi birikimlerini	14	67

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri, inceleme ve araştırma sonuçlarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü sorudan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. VNOS-C ölçeğinde öğretmen adayları, bilimsel bilginin oluşturulması ve doğruluğunun tespit edilmesi amacıyla deneylerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının tamamı, bilim insanlarının mevcut verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları ön bilgilerin, inceleme-araştırma ve gözlemlerin de bu süreçte kullanılabilceğini düşünmektedirler. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Hayal güçlerini.” Öğrenci 7

Yapmış olduğu açıklamaya göre öğretmen adayı, bilim insanlarının verilerin doğrulanması sürecinde hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedir. Ancak öğretmen adayı, hayal gücü ve yaratıcılığın bu sürece nasıl etki edeceği konusunda detaylı bir açıklamaya yer vermemiştir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları, bilimsel bilginin oluşturulması için deneylerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 4. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 17’de yer almaktadır.

Soru 4: Bilimsel bilgi oluşturulurken deney gereklidir. Çünkü...

Tablo 17 : Deney II grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	8	38	a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	14	67
b)Hipotezi ispatlamak için	4	19	b)Hipotezi ispatlamak için	6	29
c)Kanit sağlamak için	9	43	c)Kanit sağlamak için	8	38
d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	2	10	d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	1	5
e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	9	43	e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	9	43
f)Bilimsel bilgi elde etmek için	2	10	f)Bilimsel bilgi elde etmek için	7	33

Ön testte öğretmen adayları kanıt oluşturması, gözlemler yaparak sonuca ulaşmayı sağlaması ve bilginin doğruluğunu ispatlamayı sağlaması nedenleriyle deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları bilginin doğruluğunun kanıtlanması ve kesinleştirilmesi için deneyin gerekli olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Bu bağlamda her iki veri toplama aracından elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının büyük bir bölümü son testte deneyin, bilginin doğruluğunun ispatlanması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağlaması ve kanıt oluşturması nedenleriyle de deneyin gerekli olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. VNOS-C ölçeğinde ise öğretmen adayları deneyin, bilginin ispatlanması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuç BDHGF’ndan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının 3. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 18’de yer almaktadır.

Soru 3: Deney nedir?

Tablo 18: Deney II grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezi ispatlama	5	24	a)Hipotezi ispatlama	6	29
b)Verileri kontrollü gözlemlene	5	24	b)Verileri kontrollü gözlemlene	12	57
c)Laboratuarda inceleme yapma	3	14	c)Laboratuarda inceleme yapma	7	33
d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	9	43	d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	9	43
e)Gözlemleri test etme	6	29	e)Gözlemleri test etme	10	48
f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	1	5	f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	5	24

Ön testte soruya verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%43) deneyi teorik bilgiyi görselleştirme olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları deneyin gözlemleri test etme, hipotezi ispatlama ve verileri kontrollü olarak gözlemlene olduğunu da belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları deneyin ispat yapma, her hangi bir sorunu çözmek için gözlem yapma ve laboratuarda yapılan ölçüm ve değerlendirme olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen sonuçlar birbirine benzer olmasına rağmen öğretmen

adaylarının büyük bir çoğunluğu VNOS-C ölçeğinde deneyi ispat yapma olarak; BDHGF’nda ise teorik bilginin görselleştirilmesi ve gözlemlerin test edilmesi olarak açıklamışlardır.

Son testte öğretmen adayları deneyi verileri kontrollü gözleme ve gözlemleri test etme olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de deneyin teorik bilginin görsel hale getirilmesi olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adayları deneyi ispat yapma, problemleri çözmek ve bilimsel bilgiye ulaşmak için yapılan çalışma olarak açıklamışlardır. Elde edilen sonuçlar benzer olmakla birlikte; BDHGF’na vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyi verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi; VNOS-C ölçeğinde ise ispat yapma olarak açıklamışlardır.

Öğretmen adaylarının 1. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo19’da yer almaktadır.

Soru 1: Bilim nedir?

Tablo 19: Deney II grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilinmeyeni bulma	4	19	a)Bilinmeyeni bulma	8	38
b)Sorunlara çözüm bulma	2	10	b)Sorunlara çözüm bulma	9	43
c)Kanunları açıklayan bilgi	-	-	c)Kanunları açıklayan bilgi	3	14
d)Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	12	57	d)Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	13	62
e)Deney ve gözlemle kanıtlanabilir bilgi birikimi	11	52	e)Deney ve gözlemle kanıtlanabilir bilgi birikimi	14	67
f)Sorgulama sistemi	-	-	f)Sorgulama sistemi	8	38

Ön testte öğretmen adaylarının %57’si bilimi gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmaları olarak; %52’si ise deney ve gözlemlerle kanıtlanan bilgi birikimi olarak

açıklamışlardır. BDHGF’ndan elde edilen bu sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. VNOS-C ölçeğinde öğretmen adayları bilimi bilinmeyene cevap verme, bilgi birikimi, gözlem, deney ve araştırma çalışmaları olarak açıklamışlardır.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin hem deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi; hem de gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının tümü olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimin; bilmediklerimizi, çevremizi ve evreni anlamamızı sağlayan deney ve gözleme dayalı evrensel bilgi olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Ayrıca yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin deney ve gözleme dayalı bilgi olduğunu ve bilimin bilmediklerimizi anlamak için yapıldığını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 2. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 20’de yer almaktadır.

Soru 2: Bilim diğer disiplinlerden (din, güzel sanatlar ...) farklıdır çünkü...

Tablo 20: Deney II grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneye dayalıdır	9	43	a)Deneye dayalıdır	13	62
b)Sorgulama vardır	-	-	b)Sorgulama vardır	5	24
c)Objektiftir/evrenseldir	9	43	c)Objektiftir/evrenseldir	11	52
d)Kesin ve nettir	4	19	d)Kesin ve nettir	6	29
e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	2	10	e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	7	33
f)İzlediği yöntem farklıdır	7	33	f)İzlediği yöntem farklıdır	8	38

Ön testte öğretmen adaylarının %43’ü bilimin objektif, evrensel ve deneye dayalı olması nedeniyle, %19’u da kesin ve net sonuçlar içermesi nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde ise öğretmen

adayları bilimin; deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir, evrensel, objektif ve kesin olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşündüklerini belirtmişlerdir. Ayrıca her iki veri toplama aracına vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin deney ve gözleme dayanması, evrensel ve objektif olması nedenleriyle, diğer disiplinlerden farklı olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Bu bağlamda elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin deneye dayalı, objektif ve evrensel olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimin deney ve gözleme dayalı, kesin, kanıtlanabilir, evrensel ve yönteminin farklı olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğu açıklamalarında bulunmuşlardır. Buna göre her iki veri toplama aracından elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen adaylarının; bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun deneyin, teorik bilgilerin görselleştirilmesi olduğu düşüncesi içinde oldukları görülmektedir. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları deneyin, kanıt oluşturmaya ve gözlemler yardımıyla sonuca ulaşmayı sağlamaya nedenleriyle kullanılması gerektiğini düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen adaylarının; bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun deneyin, verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olduğu düşüncesi içinde oldukları görülmektedir.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde deneylerin kullanılması gerektiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Deneyin ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ise ön ve son testte farklılaşmaktadır. Buna göre ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyi teorik bilgilerin görselleştirilmesi olarak açıklarken; son testte verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olarak açıklamışlardır.

4.2.1.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 21’de yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ... kullanırlar.

Tablo 21: Kontrol grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylerini	18	90	a)Deneylerini	18	90
b)Hipotezlerini	1	5	b)Hipotezlerini	2	10
c)Gözlemlerini	4	20	c)Gözlemlerini	3	15
d)İnceleme ve araştırmalarını	9	45	d)İnceleme ve araştırmalarını	7	35
e)Önceki bilgi birikimlerini	3	15	e)Önceki bilgi birikimlerini	4	20

Öğretmen adaylarının büyük bir bölümü ön testte (%90) bilim insanlarının çalışmalarının doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, bilim insanlarının inceleme ve araştırmaları kullandıklarını da düşünmektedirler. Elde edilen sonuçlar VNOS-C ölçeğindeki üçüncü sorudan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de bilim insanlarının inceleme, araştırma ve ön bilgilerini kullandıklarını belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları, bilimsel bilginin oluşturulması için deneylerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 4. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo22’de yer almaktadır.

Soru 4: Bilimsel bilgi oluşturulurken deney gereklidir. Çünkü...

Tablo 22 : Kontrol grubunun BDHGF dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	11	55	a)Bilginin doğruluğunu ispatlamak için	8	40
b)Hipotezi ispatlamak için	7	35	b)Hipotezi ispatlamak için	7	35
c)Kanıt sağlamak için	8	40	c)Kanıt sağlamak için	4	20
d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	-	-	d)Bilimsel bilgi objektif olduğu için	2	10
e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	6	30	e)Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için	4	20
f)Bilimsel bilgi elde etmek için	3	15	f)Bilimsel bilgi elde etmek için	2	10

Ön testte, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilginin doğrulunun ispatlanması için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları kanıt oluşturduğu, hipotezi ispatladığı ve gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için deneyin gerekli olduğunu düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda da öğretmen adayları, bilginin somutlaştırılarak kesinleştirilmesi ve doğruluğunun kanıtlanması için deneyin gerekli olduğunu

belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlar BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilginin ve hipotezin doğruluğunu ispatlamak için deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı ise, deneyin neden gerekli olduğunu açıklamak için soruda verilen tüm şıkları işaretlemiştir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları, bilginin ispatlanması ve bilimsel çalışma basamağı olması nedeniyle deneyin gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuç BDHGF'ndan elde edilen sonuçla da paraleldir.

Öğretmen adaylarının 3. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 23'de yer almaktadır.

Soru 3: Deney nedir?

Tablo 23: Kontrol grubunun BDHGF üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezi ispatlama	6	30	a)Hipotezi ispatlama	3	15
b)Verileri kontrollü gözlemlenme	10	50	b)Verileri kontrollü gözlemlenme	5	25
c)Laboratuarda inceleme yapma	6	30	c)Laboratuarda inceleme yapma	2	10
d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	8	40	d)Teorik bilgiyi görsel hale getirme	6	30
e)Gözlemleri test etme	5	25	e)Gözlemleri test etme	7	35
f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	2	10	f)Neden-sonuç ilişkisini açıklama	3	15

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü deneyi, verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları deneyi teorik bilginin görsel hale getirilmesi, hipotezin ispatlanması ve laboratuarda inceleme

yapma olarak tanımlamışlardır. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları deneyi laboratuvarında yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucunda ispat yapma olarak tanımlamışlardır. VNOS-C ölçeğinde öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyi ispat yapma olarak açıklarken; BDHGF’nda verilerin kontrollü olarak gözlemlenmesi ve teorik bilginin görselleştirilmesi olarak açıklamışlardır.

Son testte ise öğretmen adaylarının çoğunluğu deneyi gözlemleri test etme, teorik bilgiyi görsel hale getirme ve verileri kontrollü gözlemlerle olarak açıklamışlardır. Bir öğretmen adayı ise deneyin, soruda verilen tüm şıkları içerdiğini belirtmiştir. VNOS-C ölçeğinde ise öğretmen adayları deneyi problemleri çözmek, gözlemleri test etmek ve hipotezin doğruluk/yanlışlığını test etmek için yapılan ispatlama olarak tanımlamışlardır.

Öğretmen adaylarının 1. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 24’de yer almaktadır.

Soru 1: Bilim nedir?

Tablo 24: Kontrol grubunun BDHGF birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilinmeyeni bulma	1	5	a)Bilinmeyeni bulma	7	35
b)Sorunlara çözüm bulma	3	15	b)Sorunlara çözüm bulma	4	20
c)Kanunları açıklayan bilgi	1	5	c)Kanunları açıklayan bilgi	-	-
d)Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	8	40	d)Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü	13	65
e)Deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi	13	65	e)Deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir bilgi birikimi	7	35
f)Sorgulama sistemi	2	10	f)Sorgulama sistemi	3	15

Ön testte öğretmen adayları bilimin deney ve gözlemle kanıtlanabilir bilgi birikimi olduğunu ayrıca; gözlem, deney, araştırma ve inceleme çalışmalarının tümü olduğunu belirtmişlerdir. BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Ölçeğin birinci sorusuna yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilimi gözlem, deney ve araştırma sonucuna bağlı olarak elde edilen ve kanıtlanan bilgi birikimi olarak açıklamışlardır. Elde edilen sonuçların birbirine paralel olması öğretmen adaylarının sorulara tutarlı cevaplar verdiğini göstermektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmaları olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü bilimin deney ve gözlemle kanıtlanabilir bilgi birikimi ve bilinmeyi bulma olduğunu düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimi bilmediklerimizin cevabını bulmak için insanlık yararına yapılan deney ve gözleme dayalı olarak elde edilen bilgi olarak açıklamışlardır.

Öğretmen adaylarının 2. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 25’de yer almaktadır.

Soru 2: Bilim diğer disiplinlerden (din, güzel sanatlar ...) farklıdır çünkü...

Tablo 25: Kontrol grubunun BDHGF ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneye dayalıdır	12	60	a)Deneye dayalıdır	9	45
b)Sorgulama vardır	4	20	b)Sorgulama vardır	2	10
c)Objektiftir/evrenseldir	9	45	c)Objektiftir/evrenseldir	7	35
d)Kesin ve nettir	5	25	d)Kesin ve nettir	3	15
e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	2	10	e)Neden-sonuç ilişkisine dayanır	2	10
f)İzlediği yöntem farklıdır	4	20	f)İzlediği yöntem farklıdır	6	30

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin, deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilimin objektif/evrensel olması nedeniyle de diğer disiplinlerden farklı olduğunu düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları bilimin deney ve gözleme dayanarak ispatlanması ve kesin olması, objektif, evrensel ve somut olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir.

Son testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü, bilimin deneye dayalı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir bölümü ise bilimin, objektif ve evrensel olması; ayrıca izlediği yöntemin farklı olması nedeniyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adayları bilimin deney ve gözlemlerle kanıtlanabilmesi, kesin olması, somut ifadelerle ilgilenmesi, değişebilir olması ve evrensel olması nedenleriyle diğer disiplinlerden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen adaylarının; bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını düşündükleri görülmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları inceleme ve araştırma çalışmalarının da bu amaçla kullanıldığını düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun deneyin, teorik bilgilerin görselleştirilmesi ve verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olduğunu düşündükleri de tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları deneyin kanıt oluşturması, gözlemler yardımıyla sonuca ulaşmayı sağlaması ve bilginin doğruluğunun ispatlanması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda öğretmen

adaylarının; bilimsel bilginin elde edilmesi ve mevcut bilgilerin doğruluğunun belirlenmesi sürecinde genellikle deneylerin kullanıldığını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyin, gözlemlerin test edilmesi olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Bunun yanı sıra öğretmen adayları deneyin, bilginin doğruluğunun ispatlanması için gerekli olduğunu belirtmişlerdir.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde deneylerin kullanılması gerektiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Deneyin ne olduğuna ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ise ön ve son testte farklılaşmaktadır. Buna göre ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu deneyi teorik bilgilerin görselleştirilmesi ve verilerin kontrollü bir şekilde gözlenmesi olarak açıklarken; son testte gözlemlerin test edilmesi olarak açıkladıkları tespit edilmiştir.

4.2.2.Bilimsel Teoriler ve Kanunlara İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının teori ve kanunlara ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla 6. ve 7. sorular değerlendirilmiştir.

4.2.2.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 6. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 26'da yer almaktadır.

Soru 6: Teori-kanun arasında nasıl bir ilişki vardır?

Tablo 26: Deney I grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	20	87	a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	17	74
b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	3	13	b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	6	26

Ön testte öğretmen adaylarının %87'si hipotezlerin teorileri, teorilerin de kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündüklerini gösterir niteliktedir. Üç öğretmen adayı ise teori ve kanunun birbirinden bağımsız olduğunu belirtmiştir. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren iki öğretmen adayına ilişkin alıntılar aşağıda örneklenmektedir.

“Teorinin doğruluğu kesin değildir. Yeni verilere ve yorumlara açıktır. Kanun ise herkes için kesin ve nettir.” Öğrenci 48

“Teori değişime uğrayabilir. Kanun uğramaz. Teoriyi belirli bir zümre kabul eder. Kanunu ise herkes kabul eder.” Öğrenci 10

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanun arasındaki farklılıkları kesin olma/olmama olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarından biri teorilerin herkes tarafından kabul edilmediği, kanunların ise edildiğini düşünmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teori ile kanun arasındaki ilişkiyi hipotezlerin teorileri, teorilerin de kanunları oluşturması şeklinde açıklamışlardır. Buna göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu düşündükleri söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de, teori ve kanunların birbirinden bağımsız olduğunu düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 7. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 27’de yer almaktadır.

Soru 7: Bilimsel teori ve kanun farklıdır. Çünkü...

Tablo 27: Deney I grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Teori değişir, kanun değişmez	19	83	a)Teori değişir, kanun değişmez	17	74
b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	4	17	b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	6	26
c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	-	-	c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	-	-
d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	1	4	d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	6	26

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teori ve kanun arasındaki farkı değişebilir olma/olmama olarak açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının teorilerin tartışılacağı, kanunların ise tartışılmayacağı düşüncesi içinde oldukları da tespit edilmiştir. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının yapmış olduğu açıklamaya alıntıda yer verilmiştir.

“Teori genel geçerdir, kanun sabittir.” Öğrenci 10

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayının şıklarda yer alan değişebilir olma/olmama kavramı üzerine vurguda bulunduğu söylenebilir. BDHGF’ndan elde edilen bu sonuçlar, VNOS-C ölçeğinin beşinci sorusundan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu düşündükleri söylenebilir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hem VNOS-C hem de BDHGF’nda teori ve kanun arasındaki farklılıkları değişebilir olma/olmama kavramı ile açıklamışlardır.

Son testte ise öğretmen adaylarının %74'ü teori ve kanun arasındaki farkı değişebilir olma/olmama kavramı ile açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü teori ile kanun arasındaki farklılığı tartışılabilirlik ile açıklarken; bir bölümü ise teorilerin kanunları oluşturması ile açıklamışlardır.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda; öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca teorilerin değişebileceği, kanunların ise değişmeyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda ise, öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca kanunların teorilerin geliştirilmesiyle oluştuğunu düşündükleri söylenebilir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları, teorilerin değişebileceğini, kanunların ise değişmeyeceğini düşünmektedirler.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca teorilerin değişeceği kanunların ise değişmeyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları kanunların teorilerin gelişmesiyle oluştuğu açıklamasında da bulunmuşlardır.

4.2.2.2.Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 6. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 28'de yer almaktadır.

Soru 6: Teori-kanun arasında nasıl bir ilişki vardır?

Tablo 28: Deney II grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	16	76	a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	19	90
b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	2	10	b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	2	10

Ön testte öğretmen adaylarının %76'sının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündükleri görülmektedir. Buna karşın iki öğretmen adayı teori ve kanunun birbirinden bağımsız olduğunu belirtmişlerdir. Soruya “diğer” şıkkını işaretleyerek cevap veren öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplar aşağıda örneklenmektedir.

“Teori kesin değildir. Kanun ise hangi deney ve gözlem yapılırsa yapılısın değişmez.” Öğrenci 6

“Kanun değişmez, teori ise değişebilir.” Öğrenci 63

“Kanun teorinin kesin kanıtlanmış halidir. Teori değiştirilebilir. Kanun değiştirilemez.” Öğrenci 21

“Teori doğruluğu kesin kanıtlanmamış deneydir. Eğer kanıtlanırsa kanun olur.” Öğrenci 53

Alıntılarda da görüldüğü gibi öğretmen adayları teori ve kanun arasındaki farklılıkları kesin olma/olmama ve değişebilir olma/olmama kavramları ile açıklamışlardır. Ayrıca öğretmen adayları teorilerin kanunları oluşturduğunu düşünmektedirler.

Son testte soruya verilen cevaplarda ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu hipotezlerin teorileri, teorilerin de kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. İki öğretmen adayı ise teori ve kanunların birbirinden bağımsız olduğunu belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının 7. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 29’da yer almaktadır.

Soru 7: Bilimsel teori ve kanun farklıdır. Çünkü...

Tablo 29: Deney II grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Teori değişir, kanun değişmez	20	95	a)Teori değişir, kanun değişmez	19	90
b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	5	24	b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	8	38
c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	-	-	c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	1	5
d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	5	24	d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	8	38

Ön testte soruya verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu; bilimsel teorilerin değişeceği, kanunları ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir bölümü ise teorilerin tartışılabileceğini, kanunların ise tartışılmayacağını düşünmektedirler. Bir grup öğretmen adayı ise kanunların teorilerin gelişmesiyle oluşacağı açıklamasında bulunmuşlardır. BDHGF’ndan elde edilen bu sonuçlar, VNOS-C ölçeğinin beşinci sorusundan elde edilen sonuçlarla da paraleldir. Buna göre her iki veri toplama aracında da öğretmen adayları hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu; ayrıca teori ve kanun arasındaki en önemli farklılığında değişebilir olma/olmama olduğunu düşünmektedirler.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin değiştiğini, kanunların ise değişmediğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü teorilerin tartışılabilirliği, kanunların ise tartışılmayacağını düşünmektedirler. Öğretmen adaylarının bir bölümü ise teorilerin kanunları oluşturduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Soruya “diğer” şıkkını işaretleyerek cevaplayan bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevap alıntıda örneklenmektedir.

“Kanun da değişebilir.” Öğrenci 7

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, soruyu cevaplayan diğer öğretmen adaylarının aksi yönünde bir düşünce sergileyerek; kanunların da değişebileceğini belirtmiştir. Bu sonuç öğretmen adayının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin çağdaş görüşler ortaya koyduğunu gösterir niteliktedir.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları teorilerin değişebileceği, kanunların ise değişmeyeceğini düşünmektedirler.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışların tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca kanunların teorilerin geliştirilmesiyle oluştuğunu düşündükleri görülmektedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları, teorilerin değişebileceğini, kanunların ise değişmeyeceğini düşünmektedirler.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca teorilerin değişeceği kanunların ise değişmeyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu

sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları kanunların teorilerin gelişmesiyle oluştuğu açıklamasında bulunmuşlardır.

4.2.2.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 6. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 30'da yer almaktadır.

Soru 6: Teori-kanun arasında nasıl bir ilişki vardır?

Tablo 30: Kontrol grubunun BDHGF altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	19	95	a)Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur	19	95
b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	1	5	b)Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır	1	5

Soruya verilen cevaplara göre, ön testte öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı hipotezlerin teorileri, teorilerin de kanunları oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı ise teori ve kanunun birbirinden bağımsız olduğunu düşünmektedir. Soruyu “diğer” şikkını işaretleyerek cevaplayan öğretmen adaylarının vermiş olduğu cevaplar alıntılarda örneklenmektedir.

“Teori değişebilir. Kanun evrensel gerçeklik kazanmıştır.” Öğrenci 24

“Teorinin doğruluğu kesin değildir. Kanunun doğruluğu kesindir.” Öğrenci 19

Alıntılarda görüldüğü gibi öğretmen adayları teorilerin kesin olmadığını ve değişeceğini; buna karşılık kanunların kesin ve evrensel olduğunu düşünmektedirler.

Son testten elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı hipotezlerin teorileri oluşturduğunu; teorilerin de kanunları oluşturduğunu düşünmektedirler. Bir öğretmen adayı ise teori ve kanunların birbirinden bağımsız olduğunu belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının 7. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 31’de yer almaktadır.

Soru 7: Bilimsel teori ve kanun farklıdır. Çünkü...

Tablo 31: Kontrol grubunun BDHGF yedinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Teori değişir, kanun değişmez	19	95	a)Teori değişir, kanun değişmez	18	90
b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	6	30	b)Teori tartışılır, kanun tartışılmaz	5	25
c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	1	5	c)Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir	-	-
d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	4	20	d)Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur	2	10

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ön testte teorilerin değişeceğini, kanunların ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları teorilerin tartışılabileceğini; kanunların ise tartışılmayacağını ve kanunların teorilerin gelişmesiyle oluştuğunu belirtmişlerdir. BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paraleldir. Buna göre öğretmen adaylarının VNOS-C ölçeğinde teori ile kanun arasında yer aldığını düşündükleri hiyerarşik ilişki, BDHGF’nda da tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu her iki veri toplama aracında da teori ve kanun arasındaki en önemli farklılığı değişebilir olma/olmama ile açıklamışlardır.

Son testte soruya verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teorilerin değişebileceğini, kanunların ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları teorilerin tartışılabilirliğini, kanunların ise tartışılmayacağını düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinin beşinci sorusuna vermiş oldukları cevaplarda da öğretmen adayları hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğu açıklamasında bulunmuşlardır. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu her iki veri toplama aracında da teori ve kanun arasındaki farklılıkları değişebilir olma/olmama ile açıklamışlardır.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda; öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin değişebileceği, kanunların ise değişmeyeceğini düşünmektedirler. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adaylarının bir bölümü de teori ve kanun arasındaki farklılıkları; teorilerin tartışılabilir, kanunların ise tartışılmaz olması ile açıklamışlardır.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda ise öğretmen adaylarının hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca kanunların teorilerin gelişmesiyle oluştuğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları, teorilerin değişebileceğini, kanunların ise değişmeyeceğini düşünmektedirler.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun hem ön hem de son testte hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki olduğunu; ayrıca teorilerin değişeceği kanunların ise değişmeyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları kanunların, teorilerin gelişmesiyle oluştuğu açıklamasında bulunmuşlardır.

4.2.3.Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin düşünceleri BDHGF’nda yer alan 5 ve 8 numaralı sorulara vermiş oldukları cevapların değerlendirilmesi doğrultusunda elde edilmiştir.

4.2.3.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 8. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 32’de yer almaktadır.

Soru 8: Bilim adamlarının buldukları bilgiler ...

Tablo 32: Deney I grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Değişir	21	91	a)Değişir	20	87
b)Değişmez	-	-	b)Değişmez	3	13

Soruya vermiş oldukları cevaplara göre ön testte öğretmen adaylarının tamamının, bilimsel bilginin değişeceğini düşündükleri görülmektedir. Bir öğretmen adayı ise soruya “*diğer*” şikkını işaretleyerek cevap vermiştir. Öğretmen adayının soruya ilişkin vermiş olduğu cevap alıntıda yer almaktadır.

“Bulduğu bilgi kanunsa değişmez, teori ise değişir.” Öğrenci 10

Yapmış olduğu açıklamada öğretmen adayı, elde edilecek olan bilgiyi iki kategori altında sınıflamış ve bu sınıflamayı göz önüne alarak, bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin açıklama da bulunmuştur. Bu sonuç öğretmen adayının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin düşüncelerinde çelişkilerin olduğunu gösterir niteliktedir.

Son testte ise öğretmen adayların büyük bir çoğunluğu (%87), bilimsel bilginin değişeceğini belirtmişlerdir. İki öğretmen adayı ise bilimsel bilginin değişmeyeceğini düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 5. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 33’de yer almaktadır.

Soru 5: Bilimsel bir teori oluşturulduktan sonra değişime uğrar. Çünkü...

Tablo 33: Deney I grubunun BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Kesin olmadığı için	12	52	a)Kesin olmadığı için	10	43
b)Teknoloji geliştiği için	2	9	b)Teknoloji geliştiği için	6	26
c)Yeni bilgi elde etmek için	1	4	c)Yeni bilgi elde etmek için	3	13
d)Bilim dinamik olduğu için	5	22	d)Bilim dinamik olduğu için	7	30
e)Evrensel olmadığı için	2	9	e)Evrensel olmadığı için	-	-
f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	5	22	f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	12	52

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin, kesin olmadığı için değişeceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir bölümü ise teorilerin değişmesinin nedenini bilimin dinamik olması ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, bilimsel bir teorinin yanlışlığı ispatlandığı için değişeceğini de düşünmektedirler. Bir öğretmen adayı ise soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap vermiştir. Öğretmen adayının soruya ilişkin vermiş olduğu cevap alıntıda yer almaktadır.

“Herkes tarafından kabul edilmemiş olduğu için.” Öğrenci 10

Yapmış olduğu açıklamaya göre öğretmen adayı, teorilerin herkes tarafından kabul görmediğini, bu nedenle de değişeceğini düşünmektedir. Vermiş olduğu cevaba göre öğretmen adayının “herkes tarafından kabul edilmeme” ifadesi ile “evrensellik”

kavramının dışında bir açıklamada bulunduğu düşünülmektedir. Bu sonuç öğretmen adayının “evrensellik” kavramını farklı bir şekilde yorumladığını gösterir niteliktedir.

Son testte vermiş oldukları cevaplarda öğretmen adaylarının farklı görüşler içerisinde olduğu görülmektedir. Buna göre öğretmen adaylarının bir bölümü teorilerin, yanlışlığı ispatlandığı için değişeceğini düşünürken; bir bölümü de kesinleşmediği için değişeceğini düşünmektedir. Ayrıca öğretmen adayları teorilerin değişmesinin nedenini bilimin dinamik olması ve teknolojinin gelişmesiyle de ilişkilendirmişlerdir. BDHGF’ndan elde edilen bu sonuçlar ile VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçların birbirine paralel olduğu görülmektedir. Buna göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilimsel teorilerin değişebileceği açıklamasında bulunmuşlardır. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları, teorilerin ispatlanmamış olması ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yeni buluşların yapılması; buna bağlı olarak da bilginin değişmesi nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir. BDHGF’nda ise öğretmen adayları teorilerin kesin olmaması ve yanlışlığının ispatlanması nedeniyle değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır. Ayrıca her iki veri toplama aracında da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teorilerin ispatlanmamış olması nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

BDHGF’nda yer alan ön test sorularının bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının tamamının elde edilen bilgilerin değişebileceğini düşündüğü tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler.

BDHGF’nda yer alan son test sorularının bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu; ayrıca teorilerin yanlışlığın ispatlanması ve kesin olmaması nedenleriyle değişeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda ise ön testte öğretmen adaylarının tamamının, son testte ise %87’sinin bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca

ön testte öğretmen adayları teorilerin kesin olmaması; son testte ise yanlış olduğunun ispatlanması ve kesin olmaması nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

4.2.3.2.Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 8. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 34’de yer almaktadır.

Soru 8: Bilim adamlarının buldukları bilgiler...

Tablo 34: Deney II grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Değişir	19	90	a)Değişir	20	95
b)Değişmez	2	10	b)Değişmez	1	5

Soruya verilen cevaplara göre ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%90) bilimin değişeceğini belirtmişlerdir. İki öğretmen adayı ise bilimin değişmeyeceğini düşünmektedirler. Soruya “*diğer*” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevap alıntıda örneklenmektedir.

“Eğer teorik olarak kalmışsa değişebilir, kanun haline gelmişse değişmez.”
Öğrenci 6

Vermiş olduğu cevapta öğretmen adayı bilimsel bilginin teori ve kanun olmak üzere iki şekilde sınıflanabileceğini ifade etmiş ve değişebilirliğine ilişkin açıklamasını bu doğrultuda yapmıştır. Bu sonuç, öğretmen adayının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin düşüncelerinde çelişkilerin olduğunu gösterir niteliktedir. Soruya “*değişmez*” cevabını veren öğretmen adayları ise, neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin her hangi bir açıklamada bulunmamışlardır.

Son testte soruya verilen cevaplara göreyse öğretmen adaylarının %95’i bilimsel bilginin değişebileceğini; %5’i ise değişmeyeceğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 5. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 35’de yer almaktadır.

Soru 5: Bilimsel bir teori oluşturulduktan sonra değişime uğrar. Çünkü...

Tablo 35: Deney II grubunun BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Kesin olmadığı için	10	48	a)Kesin olmadığı için	15	71
b)Teknoloji geliştiği için	3	14	b)Teknoloji geliştiği için	8	38
c)Yeni bilgi elde etmek için	-	-	c)Yeni bilgi elde etmek için	-	-
d)Bilim dinamik olduğu için	3	14	d)Bilim dinamik olduğu için	10	48
e)Evrensel olmadığı için	3	14	e)Evrensel olmadığı için	7	33
f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	6	29	f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	11	52

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%48), teorilerin kesinleşmemesi nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de teorilerin yanlışlığının ispatlanması nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler. Bazı öğretmen adayları ise sorunun cevabını bilimin dinamik olması, teknolojinin gelişmesi ve teorilerin evrensel olmaması ile ilişkilendirmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları teorilerin doğruluğunun kanıtlanmamış olması, bilim-teknolojinin gelişmesine bağlı olarak yeni teorilerin bulunması ve teorilerin kanuna dönüşmesi nedenleriyle değişeceğini belirtmişlerdir.

BDHGF’na son testte yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%71) teorilerin kesinleşmediği için değişeceğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının önemli bir bölümü de teorilerin yanlış olduğu için ve bilim dinamik olduğu için değişeceğini düşünmektedirler. Elde edilen bu sonuç VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları teorilerin kesin olmaması, herkes tarafından kabul edilmemesi, teknolojinin ilerlemesi ve yeni

çalışmaların yapılmasıyla birlikte bilginin ilerlemesine bağlı olarak değişeceğini belirtmişlerdir.

BDHGF'ndan ön testte elde edilen sonuçlara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, mevcut bilgilerin değişebileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler.

BDHGF'na son testte vermiş oldukları cevaplarda ise, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu düşündükleri görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu ve teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

4.2.3.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 8. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 36'da yer almaktadır.

Soru 8: Bilim adamlarının buldukları bilgiler...

Tablo 36: Kontrol grubunun BDHGF sekizinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Değişir	20	95	a)Değişir	16	80
b)Değişmez	1	5	b)Değişmez	4	20

Ön testte vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının %95'i bilimsel bilgilerin değişeceğini; %5'i ise bilimin değişmeyeceğini belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %80'i bilimsel bilginin değişeceği; %20'si ise değişmeyeceği yönünde açıklamada bulunmuşlardır.

Öğretmen adaylarının 5. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 37'de yer almaktadır.

Soru 5: Bilimsel bir teori oluşturulduktan sonra değişime uğrar. Çünkü...

Tablo 37: Kontrol grubunu BDHGF beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Kesin olmadığı için	7	35	a)Kesin olmadığı için	9	45
b)Teknoloji geliştiği için	6	30	b)Teknoloji geliştiği için	6	30
c)Yeni bilgi elde etmek için	3	15	c)Yeni bilgi elde etmek için	1	5
d)Bilim dinamik olduğu için	8	40	d)Bilim dinamik olduğu için	6	30
e)Evrensel olmadığı için	2	10	e)Evrensel olmadığı için	-	-
f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	11	55	f)Yanlış olduğu ispatlandığı için	7	35

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin yanlış olduğu ispatlandığı için değişeceğini düşünmektedirler. Ayrıca öğretmen adayları bilimin dinamik olması, teknolojinin gelişmesi ve teorilerin kesin olmaması nedenleriyle değişeceğini de belirtmişlerdir. Öğretmen adayları benzer açıklamaları VNOS-C ölçeğinde de yapmışlardır. VNOS-C ölçeğinde ise öğretmen adayları teorilerin değişmesinin nedenini bilim ve teknolojinin gelişmesi, teorilerin doğruluğunun kanıtlanmamış olması ve teorilerin kanuna dönüşmesi ile açıklamışlardır.

Son testte ise öğretmen adayları teorilerin kesin olmaması, yanlışlığının ispatlanması, teknolojinin gelişmesi ve bilimin dinamik olması nedenleriyle değişeceğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre her iki veri toplama aracında da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, mevcut bilgilerin değişebileceğini belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinde öğretmen adayları teorilerin yeni buluşların yapılması,

teknolojinin gelişmesi, kesin olmaması ve kanun aşamasına gelmemesi nedenleriyle değişeceği açıklamasında bulunmuşlardır.

BDHGF’nda ön testte sorulan soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, elde edilen bilgilerin değişebileceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu teorilerin yanlışlığının ispatlanması, bir bölümü ise bilimin dinamik olması nedeniyle değişeceğini düşünmektedirler.

BDHGF’nda son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

Ön ve son testte sorulan soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin yapmış oldukları açıklamalar ise ön ve son testte farklılaşmaktadır. Buna göre ön testte öğretmen adayları teorilerin yanlışlığının ispatlanması ve bilimin dinamik olması nedeniyle; son testte ise teorilerin kesin olmaması nedeniyle değişeceğini belirtmişlerdir.

4.2.4.Bilimsel Bilginin Nesnel Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin anlayışlarını tespit etmek amacıyla 10 ve 11. sorular değerlendirilmiştir.

4.2.4.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 10. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 38’de yer almaktadır.

Soru 10:Bilim adamlarının ulaştıkları sonuçlar, kendi fikir ve düşüncelerinden...

Tablo 38: Deney I grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Etkilenir	12	52	a)Etkilenir	22	96
b)Etkilenmez	10	43	b)Etkilenmez	1	4

Ön testte öğretmen adaylarının %52'si bilim insanlarının fikir ve düşüncelerini çalışmalarına yansıttıklarını, %43'ü ise yansıtmadıklarını belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %96'sı, bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra bir öğretmen adayı bilim insanlarının çalışmalarına, kendi fikir ve düşüncelerini yansıtmadıklarını belirtmiştir.

Öğretmen adaylarının on birinci soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 39'da yer almaktadır.

Soru 11: Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda aynı veriyi kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşırlar. Çünkü ...

Tablo 39: Deney I grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilgi birikimleri farklıdır	4	17	a)Bilgi birikimleri farklıdır	11	48
b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	17	72	b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	22	96
c)Farklı yöntem kullanmışlardır	5	22	c)Farklı yöntem kullanmışlardır	7	30
d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	6	26	d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	4	17
e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	3	13	e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	2	9

Soruya verilen cevaplara göre öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ön testte, bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması nedeniyle farklı sonuçların ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının farklı hipotez kurması, farklı yöntem kullanması ve bilgi birikimlerinin farklı olması gibi nedenler dolayısıyla farklı sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Ölçekte yer alan sekizinci soruya yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adayları bilim insanlarının, farklı bilgi birikimi ve hayal gücüne sahip olma, farklı düşünme gibi nedenler dolayısıyla yapmış oldukları çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşabileceklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının kişisel özelliklerini çalışmalarına yansıttıklarını, düşündüklerini gösterir niteliktedir. Bu bağlamda her iki veri toplama aracından elde edilen sonucun birbirine paralel olduğu söylenebilir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının, farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması nedeniyle farklı sonuçların ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı bilgi birikimine sahip olmalarının da elde edilen sonucu etkilediğini düşünmektedirler. BDHGF'ndan elde edilen sonuçların, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla paralel olduğu görülmektedir.

Soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilim insanlarının fikir ve düşüncelerini çalışmalarına yansıttıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini; bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları bilim insanlarının farklı ön bilgiye sahip olma, farklı yöntem kullanma ve farklı hipotez oluşturma gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlar elde ettiklerini düşünmektedirler.

Her iki sorunun bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara

kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması, ayrıca farklı ön bilgiye sahip olmaları nedeniyle farklı sonuçlar elde ettiklerini düşünmektedirler.

BDHGF’ndan elde edilen ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini ise hem ön hem de son testte farklı yorumlama ve düşünme yeteneği ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları ön testte farklı ön bilgiye sahip olma, farklı yöntem kullanma ve farklı hipotez oluşturma gibi açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu sonuçlara göre hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, farklı kişisel özelliklerin çalışmalara yansıtıldığı düşüncesi içinde oldukları söylenebilir.

4.2.4.2. Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 10. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 40’da yer almaktadır.

Soru 10: Bilim adamlarının ulaştıkları sonuçlar, kendi fikir ve düşüncelerinden...

Tablo 40: Deney II grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları

	ÖN TEST		SON TEST		
	SIKLIK	%	SIKLIK	%	
a)Etkilenir	11	52	a)Etkilenir	20	95
b)Etkilenmez	10	48	b)Etkilenmez	1	5

Ön testte öğretmen adaylarının %52’si bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını; %48’i ise yansıtmadıklarını düşündükleri tespit edilmiştir.

Son testte soruya verilen cevaplarda ise öğretmen adaylarının %95'inin bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonuca karşın bir öğretmen adayı da bilim insanlarının çalışmalarına kendi fikir ve düşüncelerini yansıtmadıklarını düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 11. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 41'de yer almaktadır.

Soru 11: Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda aynı veriyi kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşırlar. Çünkü...

Tablo 41: Deney II grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilgi birikimleri farklıdır	5	24	a)Bilgi birikimleri farklıdır	15	71
b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	15	71	b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	19	90
c)Farklı yöntem kullanmışlardır	6	29	c)Farklı yöntem kullanmışlardır	13	62
d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	4	19	d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	10	48
e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	4	19	e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	4	19

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının elde ettikleri sonuçların farklı olmasının nedenini, yorumlama ve düşünme yeteneklerinin farklı olması ile ilişkilendirmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları farklı yöntem kullanma, bilgi birikiminin farklı olması gibi nedenler dolayısıyla da, ulaşılan sonuçların farklı olacağını düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adayları benzer açıklamalarda bulunmuşlardır. Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı ön bilgi ve hayal gücüne sahip olmaları nedeniyle farklı düşündükleri ve yorumladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları

farklı yöntem kullanma ve farklı gözlem yapma gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlara ulaşılabileceğini belirtmişlerdir. Her iki veri toplama aracından elde edilen bu sonuç öğretmen adaylarının, bilim insanlarının kişisel özelliklerini çalışmalarına yansıtıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir.

Son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri üzerine vurguda bulunmuşlardır. Elde edilen sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Her iki sorunun bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilim insanlarının fikir ve düşüncelerini çalışmalarına yansıtıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini, bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları bilim insanlarının farklı ön bilgiye sahip olma ve farklı yöntem kullanma gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlar elde ettiklerini düşünmektedirler.

Her iki sorunun bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıtıklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçların yanı sıra öğretmen adayları bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması; ayrıca farklı bilgi birikimine sahip olmaları nedenleriyle farklı sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler.

BDHGF'ndan elde edilen ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıtıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini ise hem ön hem de son testte; farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerine sahip olma ile ilişkilendirmişlerdir. Bu

sonuçlara göre hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, farklı kişisel özelliklerin çalışmalarına yansıtıldığı düşüncesi içinde oldukları söylenebilir.

4.2.4.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 10. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 42’de yer almaktadır.

Soru 10: Bilim adamlarının ulaştıkları sonuçlar, kendi fikir ve düşüncelerinden...

Tablo 42: Kontrol grubunun BDHGF onuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Etkilenir	7	30	a)Etkilenir	10	50
b)Etkilenmez	14	70	b)Etkilenmez	10	50

Ön testte öğretmen adaylarının %70’i bilim insanlarının çalışmalarına kendi fikir ve düşüncelerini yansıtmadıklarını, %30’u ise yansıttıklarını belirtmişlerdir. Son testte ise öğretmen adaylarının %50’si bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını belirtirken; %50’si de yansıtmadıklarını belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 11. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 43’de yer almaktadır.

Soru 11: Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda aynı veriyi kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşırlar. Çünkü...

Tablo 43: Kontrol grubunun BDHGF on birinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Bilgi birikimleri farklıdır	3	15	a)Bilgi birikimleri farklıdır	6	30
b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	11	55	b)Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır	17	85
c)Farklı yöntem kullanmışlardır	5	25	c)Farklı yöntem kullanmışlardır	5	25
d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	6	30	d)Farklı hipotez oluşturmuşlardır	2	10
e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	4	20	e)Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır	1	5

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması nedeniyle farklı sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları farklı hipotez oluşturma ve farklı yorumlama gibi nedenler dolayısıyla da sonuçların farklı olabileceğini düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinde yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adayları, bilim insanlarının farklı ortam koşullarında bulunmaları nedeniyle hayal gücü ve ön bilgilerinin de farklı olduğunu bu nedenle de farklı düşündükleri ve farklı yorumlamalarda bulduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilim insanlarının farklı yöntem kullanmaları ve deneylerin farklı olması gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması nedeniyle ulaşılan sonuçların farklı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bilgi birikiminin ve uygulanan yöntemin farklı olması gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlara ulaşabileceğini düşünmektedirler. BDHGF’ndan elde edilen bu sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla birbirine paraleldir.

Soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilim insanlarının fikir ve düşüncelerini çalışmalarına

yansıtmadıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini; bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri ile ilişkilendirmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları bilim insanlarının farklı hipotez kurma ve farklı yöntem kullanma gibi nedenler dolayısıyla da farklı sonuçlar elde ettiklerini düşünmektedirler.

Soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, son testte öğretmen adaylarının yarısının, bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıttıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının farklı yorumlama ve düşünme yeteneklerinin olması nedeniyle farklı sonuçlara ulaştıkları açıklamasında bulunmuşlardır.

BDHGF'ndan elde edilen ön ve son test sonuçları karşılaştırıldığında; ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilim insanlarının yapmış oldukları çalışmalara kendi fikir ve düşüncelerini yansıtmadıkları görüşüne sahip oldukları; buna karşın son testte bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının azaldığı görülmektedir. Öğretmen adayları bilim insanlarının aynı verileri kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşmalarının nedenini ise hem ön hem de son testte; farklı yorumlama ve düşünme ile ilişkilendirmişlerdir.

4.2.5.Bilimsel Bilginin Yaratıcı Doğasına İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin anlayışlarının belirlenmesi amacıyla 14, 15 ve 16. sorular değerlendirilmiştir.

4.2.5.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 14. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 44'de yer almaktadır.

*Soru 14:*Bilim ...

Tablo 44: Deney I grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	18	78	a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	23	10
b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	3	13	b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	1	4

Ön testte öğretmen adaylarının %78'i bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini belirtirken; %13'ü bilimin belli bir prosedüre göre işlediğini belirtmiştir. Soruya “diğer” cevabını veren bir öğretmen adayına ilişkin alıntı aşağıda örneklennmektedir.

“Belli bir yöntemle göre işler, yaratıcılık ve hayal gücü vardır.” Öğrenci 49

Soruya vermiş olduğu cevaba göre öğretmen adayı bilimin belli bir yönteminin olduğunu, ancak hayal gücü ve yaratıcılığın da bilimin içerisinde yer aldığını düşünmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının tamamı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı ise her iki şıkkı birden işaretleyerek soruyu yanıtlamıştır. Ön ve son testten elde edilen sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının 15. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 45’de yer almaktadır.

Soru 15: Kişilerin hayal gücü ve yaratıcılıkları bilim adamlarının çalışmalarını

...

Tablo 45: Deneý I grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Olumlu etkiler	22	96	a)Olumlu etkiler	20	87
b)Olumsuz etkiler	1	4	b)Olumsuz etkiler	2	9
c)Etkilemez	1	4	c)Etkilemez	-	-

Ön testte öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı, hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Buna karşın bir öğretmen adayı hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları etkilemediğini; bir öğretmen adayı ise hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını hem olumlu hem de olumsuz etkilediğini belirtmiştir.

Son testte soruya verilen cevaplarda ise öğretmen adaylarının %87'si hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmiştir. Buna karşın iki öğretmen adayı hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumsuz etkilediğini düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 16. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 46'da yer almaktadır.

Soru 16: Bilim adamları bilimsel bilgiyi oluştururken; yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü ...

Tablo 46: Deney I grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	4	17	a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	5	22
b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	11	48	b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	13	57
c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	11	48	c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	9	39
d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	6	26	d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	10	43

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilim insanlarının bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler. Soruya “*diğer*” yanıtını veren bir öğrenciye ait alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Bir nevi tahmin gücünü kullanarak, gelecekteki bazı hadiseleri yorumlayarak hayal gücünün sayesinde deneyleri ona göre yapar.” Öğrenci 10

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, bilim insanlarının deneyleri yaparken hayal güçlerini kullandıklarını düşünmektedir.

Son testte ise öğretmen adayları, bilim insanlarının genellikle hipotezin oluşturulması ve bulguların yorumlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir.

BDHGF’na ön ve son testte verilen cevaplar bir arada değerlendirilerek karşılaştırıldığında, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini; ayrıca hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu etkilediğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu

sonucun yanı sıra ön testte öğretmen adayları, hayal gücü ve yaratıcılığın genellikle bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması; son testte ise bulguların yorumlanması ve hipotezin oluşturulması aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir.

4.2.5.2. Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 14. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 47’de yer almaktadır.

Soru 14: Bilim...

Tablo 47: Deney II grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	10	48	a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	17	81
b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	9	43	b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	5	24

Ön testte öğretmen adaylarının %48’i bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini belirtirken; %43’ü ise içermediğini, belli bir prosedüre göre işlediğini belirtmişlerdir. Soruya “*diğer*” seçeneğini işaretleyerek cevap veren iki öğretmen adayına ait alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Hem yaratıcılık hem de belli bir prosedür olması gerekir.” Öğrenci 25

“Bence yaratıcılık ve hayal gücüyle başlar. Yapılacak olan her ne ise kesinlikle öncede hayal edilmiştir. Ama belli bir prosedüre göre işler. Kuralları ve yöntemleri vardır.” Öğrenci 18

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini düşünmektedirler. Bunun yanı sıra öğretmen adayları bilimsel çalışmaların belli bir prosedür doğrultusunda ilerlediğini de belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %81'i bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Dört öğretmen adayı ise bilimin belli bir prosedüre göre işlediğini, hayal gücü ve yaratıcılığın bilimde işlevinin olmadığını düşünmektedirler. Bir öğretmen adayı ise her iki şıkkı birden işaretleyerek soruya yanıt vermiştir. Ön ve son testten elde edilen sonuçlar VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının 15. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 48'de yer almaktadır.

Soru 15: Kişilerin hayal gücü ve yaratıcılıkları bilim adamlarının çalışmalarını

...

Tablo 48: Deney II grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Olumlu etkiler	16	76	a)Olumlu etkiler	18	86
b)Olumsuz etkiler	1	5	b)Olumsuz etkiler	1	5
c)Etkilemez	4	19	c)Etkilemez	-	-

Öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu ön testte, hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Buna karşılık dört öğretmen adayı hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını etkilemediğini; bir öğretmen adayı ise olumsuz yönde etkilediğini düşünmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %86'sı hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmasının bilim insanlarının çalışmalarını olumlu yönde etkileyeceğini

düşünmektedirler. Buna karşılık bir öğretmen adayı da hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumsuz etkileyeceği açıklamasında bulunmuşlardır. Soruyu “diğer” seçeneğini işaretleyerek cevaplayan iki öğretmen adayına ait alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Hem olumlu hem olumsuz etkileyebilir.” Öğrenci 4

“Olumlu, olumsuz etkiler.” Öğrenci 9

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayları, bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmasının hem olumlu hem de olumsuz etkisinin olduğunu belirtmişler; ancak neden bu şekilde düşündüklerine ilişkin her hangi bir açıklamada bulunmamışlardır.

Öğretmen adaylarının 16. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 49’da yer almaktadır.

Soru 16: Bilim adamları bilimsel bilgiyi oluştururken; yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü ...

Tablo 49: Deney II grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	3	14	a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	8	38
b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	8	38	b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	17	81
c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	11	52	c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	16	76
d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	5	24	d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	6	29

Ön testte öğretmen adayları, bilim insanlarının çoğunlukla araştırmanın tasarlanması ve bulguların yorumlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedirler.

Son testte ise öğretmen adayları bilim insanlarının, çoğunlukla araştırmanın tasarlanması ve bulguların yorumlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir.

BDHGF'na ön ve son testte verilen cevaplar bir arada değerlendirilerek karşılaştırıldığında, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu etkilediği açıklamasında bulunmuşlardır. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adayları, ön testte hayal gücü ve yaratıcılığın genellikle araştırmanın tasarlanması aşamasında; son testte ise bulguların yorumlanması ve araştırmanın tasarlanması aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir.

4.2.5.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 14. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 50'de yer almaktadır.

*Soru 14:*Bilim ...

Tablo 50: Kontrol grubunun BDHGF on dördüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	14	70	a)Yaratıcılık ve hayal gücü içerir	18	90
b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	4	20	b)Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur	3	15

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini belirtmişlerdir. Dört öğretmen adayı ise bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içermediğini ve belli bir prosedüre göre işlediğini düşünmektedir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %90'ı bilim insanlarının çalışmalarını yaparken hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. İki öğretmen adayı ise hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmadığını, bilimin belli bir prosedüre göre işlediğini düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra bir öğretmen adayı da her iki şıkkı birden işaretlemiştir. Buna göre öğretmen adayının, bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini ancak belli bir prosedüre göre işlediğini de düşündüğü söylenebilir.

Öğretmen adaylarının 15. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 51'de yer almaktadır.

Soru 15: Kişilerin hayal gücü ve yaratıcılıkları bilim adamlarının çalışmalarını

...

Tablo 51: Kontrol grubunun BDHGF on beşinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Olumlu etkiler	19	95	a)Olumlu etkiler	19	95
b)Olumsuz etkiler	2	10	b)Olumsuz etkiler	1	5
c)Etkilemez	1	5	c)Etkilemez	-	-

Ön testte öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı, hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmaları olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Buna karşın iki öğretmen adayı hayal gücü ve yaratıcılığın hem olumlu hem de olumsuz etkisinin olduğunu düşünmektedirler. Bir öğretmen adayı ise hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel çalışmaları etkilemediğini ifade etmiştir.

Son testte ise öğretmen adaylarının hemen hemen tamamı hayal gücü ve yaratıcılığın bilim insanlarının çalışmalarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bir

öğretmen adayı ise hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumsuz yönde etkilediğini düşünmektedir.

Öğretmen adaylarının 16. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 52’de yer almaktadır.

Soru 16: Bilim adamları bilimsel bilgiyi oluştururken; yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü ...

Tablo 52: Kontrol grubunun BDHGF on altıncı sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	4	20	a)Problemin çözümü aşamasında gereklidir	3	15
b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	10	50	b)Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir	10	50
c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	6	30	c)Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir	11	55
d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	6	30	d)Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir	3	15

Ön testte öğretmen adaylarının %50’si bilim insanlarının genellikle bulguları yorumlama aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra öğretmen adaylarının %30’luk bir bölümü de araştırmanın tasarlanması ve hipotezin oluşturulması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını düşünmektedirler.

Son testte ise öğretmen adayları, bilim insanlarının genellikle araştırmanın tasarlanması ve bulguların yorumlanması aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmişlerdir.

BDHGF'na ön ve son testte verilen cevaplar bir arada değerlendirilerek karşılaştırıldığında, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin hayal gücü ve yaratıcılık içerdiğini; ayrıca hayal gücü ve yaratıcılığın yapılan çalışmaları olumlu etkilediğini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, ön testte hayal gücü ve yaratıcılığın genellikle bulguları yorumlama aşamasında; son testte ise bulguları yorumlama ve araştırmanın tasarlanması aşamasında kullanıldığını belirtmişlerdir.

4.2.6. Bilimde Gözlem-Çıkarım İlişkisine Ait Bulgular

Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine ait anlayışların tespit edilmesi amacıyla dokuzuncu soru değerlendirilmiştir.

4.2.6.1. Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 53'de yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ... kullanırlar.

Tablo 53: Deney I grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylelerini	20	87	a)Deneylelerini	18	78
b)Hipotezlerini	2	9	b)Hipotezlerini	2	9
c)Gözlemlerini	4	17	c)Gözlemlerini	6	26
d)İnceleme ve araştırmalarını	2	9	d)İnceleme ve araştırmalarını	8	35
e)Önceki bilgi birikimlerini	1	4	e)Önceki bilgi birikimlerini	3	13

Soruya verilen cevaplarda da görüldüğü gibi ön testte öğretmen adaylarının, bilim insanların mevcut bilgilerin doğruluğundan, deney yaparak emin olabileceklerini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının %17'si, bilim insanların bu süreçte gözlemleri kullandıkları açıklamasında da bulunmuşlardır.

VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda da öğretmen adayları, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının deney, gözlem, araştırma ve inceleme gibi farklı yöntemleri çalışmalarında kullandıklarını belirtmişlerdir.

BDHGF'na son testte vermiş oldukları cevaplara göre öğretmen adaylarının %78'inin, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının %35'i de bu süreçte inceleme ve araştırmaların yapıldığını belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda da öğretmen adayları bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme, araştırma ve ön bilgilerini kullandıkları belirtmişlerdir.

Ön ve son testten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için, inceleme ve araştırmaları kullandıklarını belirten öğretmen adaylarının sayısının son testte arttığı tespit edilmiştir.

4.2.6.2.Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 54'de yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ... kullanırlar.

Tablo 54: Deney II grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylelerini	16	76	a)Deneylelerini	21	100
b)Hipotezlerini	1	5	b)Hipotezlerini	5	24
c)Gözlemlerini	8	38	c)Gözlemlerini	10	48
d)İnceleme ve araştırmalarını	13	62	d)İnceleme ve araştırmalarını	11	52
e)Önceki bilgi birikimlerini	5	24	e)Önceki bilgi birikimlerini	14	67

Ön testte öğretmen adaylarının %76'sı bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri, %62'si ise inceleme ve araştırma sonuçlarını kullandıklarını belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme, araştırmalarını ve ön bilgilerini kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının, çalışma türlerine göre farklı yöntemlerin kullanıldığı düşüncesi içinde oldukları söylenebilir.

Son testte öğretmen adaylarının tamamının, bilim insanlarının mevcut verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyin gerekli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları ön bilgi, inceleme-araştırma ve gözlemlerin de bu süreçte kullanıldığını düşünmektedirler. Soruya “diğer” şıkkını işaretleyerek cevap veren bir öğretmen adayının vermiş olduğu cevaba ilişkin alıntı aşağıda örneklenmektedir.

“Hayal güçlerini.” Öğrenci 7

Alıntıda da görüldüğü gibi öğretmen adayı, bilim insanlarının verileri doğrulamak amacıyla hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünmektedir. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme, araştırma, ön bilgi ve hayal güçlerini kullandıklarını belirtmişlerdir.

Ön ve son testten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için, ön bilgilerini kullandıklarını belirten öğretmen adaylarının sayısının son testte arttığı görülmektedir.

4.2.6.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 9. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 55’de yer almaktadır.

Soru 9: Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için ... kullanırlar.

Tablo 55: Kontrol grubunun BDHGF dokuzuncu sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Deneylerini	18	90	a)Deneylerini	18	90
b)Hipotezlerini	1	5	b)Hipotezlerini	2	10
c)Gözlemlerini	4	20	c)Gözlemlerini	3	15
d)İnceleme ve araştırmalarını	9	45	d)İnceleme ve araştırmalarını	7	35
e)Önceki bilgi birikimlerini	3	15	e)Önceki bilgi birikimlerini	4	20

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümü (%90), bilim insanlarının çalışmaların doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adaylarının %45’i bilim insanlarının inceleme ve araştırmaları kullandıklarını da düşünmektedirler. VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarda ise öğretmen adayları bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme ve araştırma yaparak çalışmalarına ilişkin sonuçlara ulaştıklarını belirtmişlerdir.

Son testte verilen cevaplara göreyse Ğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilim insanlarının elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca Ğretmen adaylarının bir bölümü de bilim insanlarının inceleme, araştırma ve n bilgilerini kullandıklarını düşünmektedirler. VNOS-C leğinden elde edilen sonuçlara göre de Ğretmen adayları bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde bilim insanlarının gözlem ve deney yaptıklarını; ayrıca n bilgilerini kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir.

n ve son testten elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında, hem n hem de son testte Ğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için deneyleri kullandıklarını düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca bilim insanlarının verilerin doğruluğundan emin olmak için, inceleme ve araştırmaları kullandıklarını düşünen Ğretmen adaylarının sayısının son testte arttığı tespit edilmiştir.

4.2.7.Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Doğasına İlişkin Bulgular

ÖĞretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin anlayışlarının tespit edilmesi amacıyla 12 ve 13. sorular değerlendirilmiştir.

4.2.7.1.Deney I Grubuna İlişkin Bulgular

ÖĞretmen adaylarının 12. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 56'da yer almaktadır.

*Soru 12:*Bilim ...

Tablo 56: Deney I grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Evrenseldir	10	43	a)Evrenseldir	4	17
b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	1	4	b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	1	4
c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	5	22	c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	18	78

Ön testte öğretmen adaylarının %43'ü bilimin evrensel olduğunu, %22'si ise hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı ise bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünmektedir.

Son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%78) bilimin hem evrensel olduğunu, hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Buna karşın dört öğretmen adayı bilimin evrensel olduğu; bir öğretmen adayı ise sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünmektedirler.

Öğretmen adaylarının 13. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 57'de yer almaktadır.

Soru 13: Toplumun sosyal ve kültürel yapısı bilimi...

Tablo 57 : Deney I grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Etkiler	7	30	a)Etkiler	15	65
b)Etkilemez (evrenseldir)	16	70	b)Etkilemez (evrenseldir)	8	35

Ön testte öğretmen adaylarının %70'i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemediğini, %30'u ise etkilediğini belirtmişlerdir. BDHGF'ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Buna göre VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilimin evrensel olduğunu belirtmiştir.

Son testte öğretmen adaylarının %35'i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemediğini, %65'i ise etkilediğini belirtmişlerdir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda ise öğretmen adayları bilimin evrensel olduğunu, sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini ve hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuç BDHGF'ndan elde edilen sonuçlara paralel olmakla birlikte, soruya verilen cevapların oranlarında farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bir bölümü de bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemeyeceğini düşünmektedir.

Soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, son testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini; ayrıca toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkileyeceğini düşündükleri tespit edilmiştir.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin belirlenmesi amacıyla yöneltilen soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda; ön testte öğretmen adaylarının bilimin evrensel olduğunu düşündükleri, son testte ise bilimin hem evrensel olduğu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca ön testte öğretmen adayları toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemeyeceğini düşünürken; son testte bunun aksi yönünde açıklamada buldukları tespit edilmiştir.

4.2.7.2.Deney II Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 12. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 58'de yer almaktadır.

*Soru 12:*Bilim ...

Tablo 58 : Deney II grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Evrenseldir	11	52	a)Evrenseldir	12	57
b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	-	-	b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	-	-
c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	8	38	c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	9	43

Ön testte öğretmen adaylarının %52'si bilimin evrensel olduğunu, %38'i ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir.

Son testte ise öğretmen adaylarının %57'si bilimin evrensel olduğunu, %43'ü ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 13. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 59'da yer almaktadır.

Soru 13: Toplumun sosyal ve kültürel yapısı bilimi ...

Tablo 59: Deney II grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Etkiler	12	57	a)Etkiler	5	24
b)Etkilemez (evrenseldir)	9	43	b)Etkilemez (evrenseldir)	14	67

Ön testte öğretmen adaylarının %57'si toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkileyeceğini, %43'ü ise etkilemeyeceğini belirtmişlerdir. BDHGF'ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Son testte öğretmen adaylarının %67'si toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemediğini, %24'ü ise etkilediğini belirtmişlerdir. Ayrıca iki öğretmen adayı soruda yer alan her iki şıkkı birden işaretlemiştir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun, bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç BDHGF'ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Ön testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğunun bilimin evrensel olduğunu, bir bölümünün ise bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu da toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilediğini belirtmiştir.

Son testte yöneltilen soruların bir arada değerlendirilmesi doğrultusunda, öğretmen adaylarının yarıdan fazla bir bölümünün bilimin evrensel olduğunu, yarıya yakın bir bölümünün de bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilemediğini düşünmektedirler.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin belirlenmesi amacıyla yöneltilen soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca ön testte öğretmen adayları toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilediğini; son testte ise bunun aksi yönde düşündükleri tespit edilmiştir.

4.2.7.3.Kontrol Grubuna İlişkin Bulgular

Öğretmen adaylarının 12. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 60'da yer almaktadır.

*Soru 12:*Bilim ...

Tablo 60: Kontrol grubunun BDHGF on ikinci sorusuna ilişkin sonuçları

	ÖN TEST		SON TEST		
	SIKLIK	%	SIKLIK	%	
a)Evrenseldir	14	75	a)Evrenseldir	13	65
b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	1	5	b)Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	-	-
c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	5	25	c)Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır	7	35

Ön testte öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu (%75) bilimin evrensel olduğunu belirtmişlerdir. Buna karşın bir öğretmen adayı ise bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını düşünmektedir. Ayrıca beş öğretmen adayı da bilimin hem evrensel olduğunu, hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını belirtmişlerdir.

Son testte öğretmen adaylarının %65'i bilimin evrensel olduğunu belirtirken; %35'i de bilimin hem evrensel olduğunu hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirtmişlerdir.

Öğretmen adaylarının 13. soruya vermiş oldukları cevaplar Tablo 61’de yer almaktadır.

Soru 13: Toplumun sosyal ve kültürel yapısı bilimi ...

Tablo 61 : Kontrol grubunun BDHGF on üçüncü sorusuna ilişkin sonuçları

ÖN TEST			SON TEST		
	SIKLIK	%		SIKLIK	%
a)Etkiler	9	45	a)Etkiler	11	55
b)Etkilemez (evrenseldir)	10	50	b)Etkilemez (evrenseldir)	9	45

Soruya vermiş oldukları cevaplara göre, ön testte öğretmen adaylarının soruda yer alan şıklara hemen hemen birbirine yakın oranlarda cevap verdikleri görülmektedir. Buna göre öğretmen adaylarının %45’i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilediğini düşünürken, %50’si de etkilemediğini belirtmişlerdir. Bir öğretmen adayı ise her iki şıkkı birden işaretlemiştir. BDHGF’ndan elde edilen sonuçlar, VNOS-C ölçeğinden elde edilen sonuçlarla da paraleldir. VNOS-C ölçeğinde de öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilimin evrensel olduğunu belirtmiştir.

Son testte öğretmen adayları soruda yer alan şıklara hemen hemen birbirine yakın oranlarda cevaplar vermişlerdir. Buna göre öğretmen adaylarının %55’i toplumun sosyal ve kültürel yapısının bilimi etkilediğini düşünürken; %45’i de etkilemediğini düşünmektedir. VNOS-C ölçeğine vermiş oldukları cevaplarda da öğretmen adaylarının büyük bir çoğunluğu, bilimin evrensel olduğunu belirtmişlerdir. Elde edilen bu sonuç BDHGF’ndan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin belirlenmesi amacıyla yöneltilen soruların bir arada değerlendirilerek karşılaştırılması doğrultusunda; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının büyük bir bölümünün bilimin evrensel olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adayları hem ön hem de

son testte, hemen hemen aynı oranlarda, bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiği açıklamasında bulunulmuştur.

BÖLÜM V

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen sonuçlar tartışılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda önerilere yer verilmiştir.

5.1.SONUÇ VE TARTIŞMA

Araştırmada; doğrudan öğretim yaklaşımına göre düzenlenerek, Genel Kimya I müfredatına entegre edilmiş ve edilmemiş öğretim tasarımının uygulanmasının, fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlarına olan etkisi araştırılmış ve elde edilen veriler “Bulgular ve Yorumlar” kısmında ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Bu kısımda araştırmadan elde edilen sonuçlara kısaca yer verilmiş ve alt problemler doğrultusunda tartışılarak öneriler getirilmiştir.

5.1.1.Doğrudan Öğretim Yaklaşımına Göre Tasarlanmış ve Genel Kimya 1 Müfredatına Entegre Edilmeden Uygulanmış Olan Bilimin Doğası Öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin görüşleri, hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kanıtların önemi üzerinedir. Buna göre öğretmen adayları hem ön hem de son testte kanıtların önemli olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca öğretmen adayları son testte kanıtların elde edilme yolu konusunda farklı açıklamalar da bulunmuşlardır. Bu sonucun öğretmen adaylarının, deney kavramına ilişkin sahip oldukları tanımlamayla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Muşlu'nun (2008) ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin bilimin doğasını sorgulama düzeylerini tespit ederek, çeşitli etkinliklerle geliştirilmeyi hedeflediği araştırmasında da tespit edilmiştir. Araştırmada öğrencilerin, teorilerin mevcut kanıtlardan yola çıkılarak oluştuğunu düşündükleri belirlenmiştir. Ayrıca elde edilen sonuçlar Küçük'ün (2006), doğrudan yansıtıcı araştırma merkezli yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinlikleri

düzenleyerek, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini değerlendirmeyi hedeflediği araştırması ve Ayvacı'nın (2007) bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesini amaçladığı araştırmasıyla da benzerlik göstermektedir.

Bilim kavramına ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının, ön ve son testte benzer cevaplar verdikleri ancak; son testte öğretmen adaylarının bilimin hayatı kolaylaştırdığı ve olayları açıklamaya yardımcı olduğuna yönelik açıklamada buldukları tespit edilmiştir. Yapmış oldukları açıklamalar öğretmen adaylarının son testte soruya ilişkin yanıtlarının daha kapsamlı olduğunu ve vermiş oldukları cevaplarla fen ve toplum ilişkisini kurduklarını gösterir niteliktedir. Metin'in (2009) yapmış olduğu çalışmada, yaz bilim kampında uygulanan yönlendirilmiş araştırma ve bilimin doğası etkinliklerinin, ilköğretim 6. ve 7. sınıftaki çocukların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini nasıl etkilediğinin araştırılması hedeflenmiştir. Çalışmada, yönlendirilmiş araştırma uygulamaları ve bilimin doğasını tanıtmaya yönelik ve sonuçta açık (explicit) mesajlarla biten, çeşitli bilimin doğası etkinlikleri yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, uygulanan yöntemin, öğrencilere bilimin doğasını tanıtmakta etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğrencilerin uygulama öncesinde bilimi araştırma, inceleme, gözlem yapma olarak tanımladıkları; uygulama sonrasında ise araştırma ve gözlemlerin nasıl yapıldığına, verilerin nasıl toplandığına ve yorumlandığına ilişkin açıklamalarda buldukları tespit edilmiştir. Her iki çalışmadan elde edilen sonuçlar, uygulanan öğretim tasarımlarının, bilim konusundaki kavramların gelişimine neden olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin yapılan açıklamalarda ise hem ön hem de son testte, öğretmen adaylarının teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu ve aralarında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Dickinson, Abd-El Khalick ve Lederman'ın (2000) öğretmen adaylarıyla yapmış oldukları çalışmada da tespit edilmiştir. Çalışmada bilimin doğası anlayışının geliştirilmesi amacıyla, doğrudan açık ve yansıtıcı bileşenleri içeren

çeşitli aktiviteler uygulanmıştır. Buna göre katılımcılar, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu düşünmektedirler. Yapmış oldukları açıklamalara göre öğretmen adayları kanunların iyi desteklenmiş, kanıtlanmış ve doğru bilgiler olduğunu; teorilerin ise bu özellikleri taşımadığını belirtmişlerdir. Ayrıca katılımcıların teknolojinin gelişmesine bağlı olarak teorilerin değişebileceğini; kanunların ise değişmez nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçların yanı sıra öğretmen adaylarının, hem ön hem de son testte teorilerin kanunları oluşturduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Öğretmen adayları, teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu düşünmekle birlikte; bu farklılığın nedenine ilişkin yeterli açıklamada bulunamamışlardır. Bu sonuç öğretmen adaylarının teori ve kanun arasındaki ilişkiyi yeterli bir şekilde kavrayamadıklarını; teori ve kanunun iki farklı bilgi türü olduğuna ilişkin görüşe sahip olmadıklarını gösterir niteliktedir. Bu bağlamda uygulanan öğretim tasarımının bilimsel bilginin doğasına ilişkin, bu boyutta, yeterli kazanıma neden olmadığı söylenebilir. Bu sonucun öğretmen adaylarının, yıllardır süregelen eğitim yaşantılarında öğrenmiş oldukları bu kavramlara ilişkin bilgilerinin yerleşmiş olmasından ve kavramların sahip olduğu soyut yapıdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca elde edilen bu sonucun öğretmen adaylarının, bu boyuttaki ifadeleri yalnızca tartışmış olmalarından ve bu konudaki kavramsal değişimi, sekiz hafta gibi bir sürede, tamamlayamamış olmalarından kaynaklanabileceği de düşünülmektedir. Ayvaci'nin (2007) yapmış olduğu araştırmada da uygulama sonrasında, öğretmen adaylarının bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin kazanımlarının yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara karşın Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış oldukları araştırmada farklı sonuçlar elde edilmiştir. Araştırmada tartışmalı bir fen konusunda, doğrudan ve dolaylı yollarla yapılan bilimin doğası öğretiminin etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma doğrudan yaklaşımın aday ilköğretim öğretmenlerinin teori ve kanunlara ilişkin görüşlerinde gelişmeye neden olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca araştırmada uygulama sonrasında öğretmen adaylarının teorilerin yeni kanıtlarla veya mevcut kanıtların incelenmesi doğrultusunda değişebileceğini; ayrıca teori ve kanunun birbirinden farklı bilgi tipleri olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Araştırmalardan elde edilen farklı sonuçların, araştırmaların ve araştırmacıların sahip olduğu subjektif yapıdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin görüşlerinin son testte olumlu yönde değiştiği tespit edilmiştir. Küçük'ün (2006) yapmış olduğu araştırmada da uygulama öncesinde öğrencilerin %12'sinin, uygulama sonrasında ise %82'sinin bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin yeterli görüşler ortaya koydukları tespit edilmiştir. Ayvaci'nin (2007) yapmış olduğu araştırmada da doğrudan yaklaşımın, bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin görüşlerde, ön teste göre %31 oranında daha gelişmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmada da uygulama sonrasında öğrenciler, bilimsel bilgilerin değişebileceğini belirten ifadeler kullanmışlardır. Bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bu araştırmadan elde edilen mevcut sonuçların yanı sıra, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin düşüncelerinde çelişkilerin olduğu da tespit edilmiştir. Buna göre öğretmen adaylarının teorilerin değişebilir; kanunların ise değişmez nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının ön teste daha fazla olduğu, son teste ise azaldığı görülmektedir. Bu sonuç uygulanan öğretim tasarımının, öğretmen adaylarının bir bölümünde de olsa, mevcut yanılmanın giderilmesinde etkili olduğunu gösterir niteliktedir. Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin mevcut yanılıklarının, teori ve kanun kavramlarına ilişkin sahip oldukları tanımlamalarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda uygulama öncesinde öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin nesnelliğine ilişkin görüşlerinin daha yüzeysel, uygulama sonrasında ise daha yeterli olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının çoğunlukla hayal gücünün, ön bilginin ve kişisel özelliklerin farklı olması şeklinde cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. Bu sonucun öğretmen adaylarının aktivitelerin uygulama sürecine birebir katılmış olmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış olduğu araştırmada da öğretmen adaylarının %80'inin uygulama sonrasında mevcut görüşlerinin geliştiği; ayrıca bilimsel bilginin elde

edilmesi sürecinde düşünce ve inanç sistemine yapmış oldukları vurgunun da arttığı belirlenmiştir. Benzer bir şekilde Ayvacı'nın yapmış olduğu araştırmada da doğrudan-yansıtıcı yaklaşım temelli öğretimin, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşlerinin ön teste göre %39 oranında gelişmesine neden olduğu tespit edilmiştir. Muşlu'nun (2008) yapmış olduğu araştırmada ise uygulama öncesinde öğrenciler bilim insanlarının aynı bilimsel verilere bakarak neden farklı sonuçlara ulaştıkları ile ilgili yeterli düzeyde görüşe sahip değilken; uygulama sonrasında bilim insanlarının farklı bakış açılarının olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Araştırmada bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin görüşlerin ön ve son testte yeterli olduğu tespit edilmiştir. Dickinson, Abd-El Khalick ve Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada da öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin yeterli görüşler ortaya koydukları tespit edilmiştir. Bu sonuçların aksine Küçük'ün (2006) ve Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış oldukları araştırmalarda, uygulama öncesinde katılımcıların bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin görüşlerinin yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu sonucun çalışılan örneklem grubunun, araştırma desenlerinin ve araştırmacıların farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçların yanı sıra bu araştırmada, öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin açıklamalarının yetersiz olduğu da tespit edilmiştir. Bu sonuç Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmadan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçta uygulama sonrasında öğretmen adaylarının, hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin, düşüncelerinin geliştiği görülmektedir. Bu sonucun, uygulama sürecinde, öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını birebir kullanmış olmaları; buna bağlı olarak farklı aşamalarda hayal gücü ve yaratıcılığın yer aldığını doğrudan gözlemlemiş olmaları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, bu konudaki görüşlerinin yeterli olmadığını gösterir niteliktedir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının uygulama sonrasında, farklı yöntemlerin varlığından söz

ettikleri; ancak bu yöntemlerden yola çıkarak çıkarım yaptıkları ifadesine yer vermedikleri de tespit edilmiştir. Bu sonuç Metin'in (2009) yapmış olduğu araştırmadan elde edilen sonuçla da paralellik göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuç, uygulanan öğretim tasarımının gözlem-çıkarma ilişkisini kavrama konusunda yetersiz kaldığını gösterir niteliktedir. Elde edilen bu sonucun aksine, farklı araştırmalarda (Matkins, Bell, Irving ve McNall, 2002; Küçük, 2006; Ayvaci, 2007) gözlem-çıkarma ilişkisinin yeterli bir şekilde kavratılabildiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmasının, araştırma desenlerinin ve araştırmacıların sahip olduğu subjektif yapıdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ise öğretmen adaylarının düşüncelerinin oldukça farklılaştığı; uygulama öncesinde daha az öğretmen adayının bilimde sosyal ve kültürel değerlerin etkisinden söz ettiği, son testte ise bu sayının arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç uygulanan öğretim tasarımının etkili olduğunu gösterir niteliktedir. Muşlu'nun (2008) yapmış olduğu araştırmada da öğrenciler, mevcut bilgilerin değişebileceğini belirtmiş; bunun nedenini ise bilim insanlarının olaylara farklı açılardan yaklaşması ve yaşadıkları çevrenin bu sürece etki etmesi ile ilişkilendirmişlerdir. Matkins, Bell, Irving ve McNall'ın (2002) yapmış oldukları araştırmada ise uygulama sonrasında öğretmen adaylarının %27'sinde, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin geliştiği tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve derse entegre edilmeden uygulanmış olan aktivite tabanlı bilimin doğası öğretiminin, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerinde değişime neden olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonucun yanı sıra uygulanan öğretim tasarımının, bilimsel bilginin doğasına ilişkin bazı unsurların diğerlerine göre daha fazla öğrenilmesine katkı sağladığı da tespit edilmiştir. Buna göre uygulanan öğretim tasarımının öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı, nesnel, deneysel, değişebilir ve sosyal-kültürel doğasına ilişkin anlayışlarına olan etkisinin, diğer boyutlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç

Akerson, Abd-El Khalick, Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada da tespit edilmiştir.

Akerson, Abd-El Khalick ve Lederman'ın (2000) yapmış oldukları araştırmada; doğrudan-yansıtıcı aktivite tabanlı yaklaşımın, ilköğretim öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine olan etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya 25 sınıf öğretmeni ve 25 sınıf öğretmen adayı katılmış ve araştırma verileri açık uçlu anket soruları ile yarı yapılandırılmış görüşme ile toplanmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde bu araştırmada da uygulanan aktivitelere yer verilmiştir. Araştırmada katılımcıların bilimsel bilginin değişebilir ve yaratıcı doğası ile gözlem-çıkarma ve teori-kanun ilişkisine yönelik görüşlerinin; bilimsel bilginin nesnel doğası ile sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerine göre daha yeterli olduğu tespit edilmiştir. Buna göre araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin, mevcut görüşlerin gelişimine katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Bu araştırmada da, doğrudan öğretim yaklaşımına göre derse entegre edilmeden uygulanan öğretimin öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşler üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

5.1.2. Doğrudan Öğretim Yaklaşımına Göre Tasarlanmış ve Genel Kimya 1 Müfredatına Entegre Edilerek Uygulanmış Olan Bilimin Doğası Öğretiminin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneye dayalı doğasına ilişkin görüşleri, hem ön hem de son testte bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kanıtların önemi üzerinedir. Öğretmen adayları kanıtların önemli olduğunu vurgulamakla birlikte; son testte kanıtların elde ediliş yolu konusundaki açıklamaları farklılaşmaktadır. Bu sonucun öğretmen adaylarının, deney kavramına ilişkin sahip oldukları tanımlamalarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ön testte öğretmen adayları deneyi ispat yapma, laboratuarda yapılan çalışma, problem çözme ifadeleri ile tanımlamışlardır. Son testte ise öğretmen adayları benzer ifadeler kullanmakla birlikte deneyin, bilimsel bilgiye ulaşmak amacıyla yapılan çalışma olduğunu düşündükleri; ayrıca deneyin laboratuarda yapıldığına ilişkin görüşlerine yer

vermedikleri tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının deneyin gerekliliğine ilişkin yapmış oldukları farklı açıklamaların derslerde yapılan, bilim ve diğer disiplinlerin aynı olup olmadığı ve bu alanların birbirinden nasıl ayrıldığı gibi, tartışmalarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Yip'in (2006) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir. Araştırmada, bilimin doğası öğretimini sağlamak amacıyla derse entegre edilmiş olan bir öğretim tasarımının uygulanması ve bu öğretim tasarımının bilimin doğasına ilişkin görüşler üzerindeki etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada öğretmenlerin, teorilerin mevcut veriler doğrultusunda oluştuğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Köksal'ın (2010) doğrudan-bağlantılı-yansıtıcı öğretimin, bilimin doğasına ilişkin anlayışlar, bilimsel okuryazarlık düzeyi ve hücre ünitesine ilişkin başarıya etkisini araştırmayı hedeflediği araştırmasında da uygulama sonrasında, katılımcıların bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin görüşlerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre, hem ön hem de son testte soruya verilen cevapların birbirine benzer olduğu görülmektedir. Bu sonucun yanı sıra hem ön test hem de son testte öğretmen adaylarının, teori ve kanunun birbirinden farklı olduğunu ve aralarında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Matkins ve Bell'in (2007) küresel iklim değişikliği ve küresel ısınma konularıyla birleştirerek gerçekleştirdikleri doğrudan bilimin doğası öğretimine ilişkin araştırmada da tespit edilmiştir. Buna göre araştırmada öğretmen adaylarının kanunların kanıtlanmış olduğunu, teorilerin kanunlara dönüştüğünü; ayrıca yeni bilgilerin bulunması nedeniyle teorilerin değişeceğini düşündükleri tespit edilmiştir. Bu araştırmada da öğretmen adayları hem ön hem de son testte teori ve kanun arasındaki en önemli farklılığı değişebilir olma/olmama ifadesi ile açıklamışlardır. Ayrıca araştırmada ön testte teorilerin kanunları oluşturmasına ilişkin yapılan açıklamaların, son testte de tespit edildiği ve bu oranın ön teste göre arttığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Köksal'ın (2010) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir. Köksal'ın araştırmasında dokuzuncu sınıf fen lisesi öğrencilerinin, hem uygulama öncesi hem de sonrasında, teori ve kanun arasındaki yanlışlığa sahip oldukları belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar, uygulanan öğretim tasarımının teori-kanun ilişkisini kavratma konusunda etkili olmadığını gösterir niteliktedir. Buna karşın farklı araştırmalarda benzeri yanılığın giderildiği tespit edilmiştir. Lin ve Chen'in (2002) yapmış olduğu araştırmada tarihsel dokümanlar kullanılarak yapılan kimya öğretiminin, öğretmen adaylarının bilimsel gözlemlerin teori yüklü doğası ve teorilerin işlevine ilişkin daha yeterli görüşler ortaya koymalarına neden olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde Metz'in (2002) yapmış olduğu araştırmada da uygulama sonrasında öğrencilerin teori ve kanunlara ilişkin mevcut yanılıklarının giderildiği tespit edilmiştir. Yip'in (2006) yapmış olduğu araştırmada uygulama öncesinde öğretmenlerin, teorileri mevcut durumların tam ve doğru açıklamaları olarak düşündükleri; uygulama sonrasında ise mevcut düşüncelerinin olumlu yönde farklılaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmenler uygulama öncesinde hipotezlerin, deney veya varsayımlar doğrultusunda oluşan tahminler olduğunu; teorilerin, deneysel kanıtlardan uzak hayali tahminler olduğunu; kanunların, doğruluğunun ispatlanması için deneylerle kanıtlanmış teoriler olduğunu düşünmektedirler. Uygulama sonrasında ise öğretmenlerin, kanunların teorilerden oluşmasına ilişkin görüşleri dışındaki görüşlerinin geliştiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçların birbirinden farklı olmasının, araştırmaların ve araştırmacıların sahip olduğu subjektif yapıdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yıllardır süregelen eğitim yaşantılarında öğretmen adaylarının bu kavramlara ilişkin sahip oldukları bilgilerinin yerleşmiş olmasından ve sekiz haftalık bir süreçte, bu konudaki kavramsal değişimi gerçekleştirememiş olmalarından kaynaklanabileceği de düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin görüşlerinin son testte geliştiği tespit edilmiştir. Buna göre uygulanan öğretim tasarımının etkili olduğu düşünülmektedir. Irwin'in (2000) yapmış olduğu araştırmada da tarihsel materyaller kullanılması öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl geliştiği, bütün bilimsel bilgilerin sorgulanmaya açık olduğu ve bazılarının daha fazla tartışılabilir olduğuna ilişkin düşüncelerinde gelişmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Metz (2002) ve Köksal'ın yapmış oldukları araştırmalarda da uygulama sonrasında öğrencilerin, bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin görüşlerinin geliştiği tespit edilmiştir.

Bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin araştırmadan elde edilen bu sonuçların yanı sıra, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin düşüncelerinde hem ön hem de son testte çelişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Matkins ve Bell'in (2007) yapmış oldukları araştırmada da öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuç, öğretmen adaylarının teorilerin değişebilir nitelikte olduğunu; buna karşın kanunların değişmez nitelikte olduğunu düşündüklerini ortaya koymaktadır. Bu sonucun, öğretmen adaylarının teori ve kanun arasındaki ilişki konusunda sahip oldukları çelişkiden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca araştırmada bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının ön testte daha fazla olduğu, son testte ise azaldığı görülmektedir. Elde edilen bu sonuç, öğretmen adaylarının bir bölümünde de olsa, mevcut çelişkinin giderildiğini; bu bağlamda uygulanan öğretim tasarımının etkili olduğunu gösterir niteliktedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşleri arasında uygulama öncesi ve sonrasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Uygulama öncesinde öğretmen adayları, sorulan soruların nedenine ilişkin yeterli açıklamada bulunamazken; son testte yapmış oldukları açıklamalarda daha net ifadelerle neden bu şekilde düşündüklerini açıkladıkları ve bilimsel bilginin oluşturulması sürecinde özelliğın önemini vurguladıkları görülmektedir. Bu sonucun öğretmen adaylarının farklı olayların nasıl geliştiği, sonuçların nasıl ortaya çıktığı gibi çeşitli konuları tartışırken, bu süreçte farklı görüşleri dinlemiş ve bu görüşlere yönelik yorum getirmiş olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Köksal'ın (2010) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir. Araştırmada doğrudan bağlantılı-yansıtıcı öğretim yaklaşımının, öğrencilerin bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin daha yeterli görüşler ortaya koymalarına neden olduğu tespit edilmiştir. Benzer sonuçlar Vanderlinden'in (2007) doğrudan-etkileşimli bir şekilde hazırlanan kısa tarihsel hikâyelerin, lise öğrencilerinin jeoloji konularını ve bilimin doğasına ilişkin kavramları öğrenmelerine olan etkisinin incelendiği araştırmada da tespit edilmiştir. Bu sonuçların aksine Matkins ve Bell'in (2007) yapmış oldukları araştırmada, bu sonuçların tersi bir sonuç elde edilmiştir. Buna göre araştırmada öğretmen adaylarının, yalnızca bilimsel bilginin yorumlanması aşamasında

özneliğin ön planda olduğunu düşündükleri, buna bağlı olarak katılımcıların bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşlerinde yanılığının olduğu belirlenmiştir. Farklı araştırma sonuçlarının, araştırmaların ve araştırmacıların sahip olduğu öznel yapıdan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin görüşlerin ön ve son uygulamada yeterli olduğu; ayrıca son testten elde edilen sonuçların ön teste göre daha yeterli olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca göre uygulanan öğretim tasarımının etkili olduğu düşünülmektedir. Benzer sonuçlar Lin ve Chen'in (2002) tarihsel dokümanlar kullanarak yapmış oldukları kimya öğretiminin, bilimin doğasına ilişkin görüşlere olan etkisinin belirlenmesinin amaçlandığı araştırmada da tespit edilmiştir. Irwin'in (2000) tarihsel bakış açısının, bilimin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde nasıl kullanılabileceğinin incelediği araştırmada da yaratıcılık ve hayal gücünün teorilerin oluşumundaki etkisini, 14 yaş grubundaki öğrencilerin kavradıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçlara benzer bir şekilde Köksal'ın (2010) yapmış olduğu araştırmada da öğrencilerin bilimde hayal gücü ve yaratıcılığa ilişkin görüşlerinin uygulama öncesinde yeterli olduğu; uygulama sonrasında ise daha da yeterli hale geldiği tespit edilmiştir. Bu sonuçların yanı sıra bu araştırmada, öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin açıklamalarının ön testte yetersiz olduğu; buna karşın son testte mevcut görüşlerde gelişme olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuç uygulanan öğretim tasarımının, öğretmen adaylarının mevcut görüşlerinin değişmesinde olumlu yönde katkıya neden olduğunu gösterir niteliktedir.

Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine yönelik elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının, bilim insanlarının yapmış oldukları farklı çalışmalara bağlı olarak sonuçlara ulaştıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Öğretmen adayları bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine yönelik olarak sorulan sorulara, farklı cevaplar vermişlerdir. Bu sonuç öğretmen adaylarının, yapılan araştırmaya göre uygulanacak yöntemin de farklı olduğunu düşündüklerini ortaya koyar niteliktedir. Ön ve son testte yapmış oldukları açıklamalara göre, öğretmen adayları; bilim insanlarının gözlem, deney, inceleme, araştırma yaparak, ayrıca ön bilgilerini kullanarak

sonuçlara ulaştıklarını düşünmektedirler. Bu sonucun yanı sıra son testte öğretmen adayları, bilim insanlarının hayal güçlerini de kullanarak çalışmalarının sonuçlarına varacaklarını belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmen adayları ne ön ne de son testte, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılacağını doğrudan doğruya ifade etmemişlerdir. Ancak araştırmadan elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının, ön testte daha genel ve tek bir yöntemin varlığından söz ettiklerini; son testte ise farklı yöntemlerin bir araya getirilmesi ve buradan ulaşılacak çıkarımlar doğrultusunda sonuçlara ulaşılması gerektiğini düşündüklerini gösterir niteliktedir. Bu bağlamda uygulanan öğretim tasarımının bu konuda etkili olmadığı düşünülmektedir. Köksal'ın (2010) yapmış olduğu araştırmada da öğrencilerin bilimde tek bir yöntemin olmaması ve gözlem-çıkarma ilişkisi konusunda yanlış anlayışlara sahip oldukları belirlenmiştir.

Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda öğretmen adaylarının düşüncelerinin oldukça farklılaştığı; uygulama öncesinde daha az sayıdaki öğretmen adayının bilimde sosyal ve kültürel değerlerin etkisinden söz ettiği, son testte ise bu sayının arttığı tespit edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bu sonuç uygulanan öğretim tasarımının, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal-kültürel doğasına ilişkin görüşleri üzerinde etkili olduğunu gösterir niteliktedir. Matkins ve Bell'in (2007) yapmış oldukları araştırmada da uygulama öncesinde öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal-kültürel doğasına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Vanderlinden'in (2007) yapmış olduğu araştırmada ise uygulama sonrasında öğrencilerin; bilimsel bilginin yapılanmasındaki süreçlerin çeşitliliği, bilimsel bilginin yapılanması sürecinde sosyal ve kültürel çevrenin etkisi gibi bazı bilimin doğası boyutları konusunda daha etkili bir kavramaya sahip oldukları tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanmış ve derse entegre edilerek uygulanmış olan öğretim tasarımının, bilimsel bilginin doğasına ilişkin anlayışlar üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Buna göre uygulanan öğretim tasarımının öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneysel, değişebilir, nesnel, yaratıcı ve sosyal-kültürel

doğasına ilişkin anlayışlarına olan etkisinin; diğer boyutlara göre daha fazla olduğu görülmektedir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar farklı araştırmalarda da tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç Kim (2007) ve Reid Smith'in (2010) yapmış oldukları çalışmalarda da tespit edilmiştir.

Kim'in (2007) yapmış olduğu araştırmada; genetik ve bilimin doğası öğretiminde, genetik tarihinin etkisinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma nitel ve nicel verilerin bir arada yer aldığı; yarı deneysel bir çalışmadır. Araştırma onuncu sınıfta okumakta olan biyoloji öğrencileriyle yürütülmüş ve öğrenciler deney ve kontrol grubu olmak üzere iki grupta çalışmışlardır. Araştırma verileri; bilimsel tutum ölçeği, kavram haritası ile genetik terimlerinin açıklanması ve VNOS-C ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; ön testte deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken, son testte deney grubundaki öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını açıklama konusunda kontrol grubuna göre anlamlı bir şekilde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.

Reid Smith'in (2010) yapmış olduğu araştırmada; 10. sınıflarda, genetik ve biyolojik evrim ünitelerinde yürütülen biyoloji eğitim programı kapsamında uygulanan, Mendel ve Darwin'in yaşamını ve bilimsel fikirleri nasıl oluşturdukları üzerine odaklanan, kısa tarihsel hikâyelerin bilimin doğası anlayışına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma verileri VOST ve VNOS ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre, bilimin doğasına ilişkin belirli kavramları daha yüksek düzeyde kavradıkları belirlenmiştir.

5.1.3. Geleneksel Öğretimin, Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlerine Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; ön testte öğretmen adaylarının tamamının deneyin gerekli olduğunu düşündükleri; buna bağlı olarak bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde verilerin rolünün önemini vurguladıkları tespit edilmiştir. Son testte ise öğretmen adaylarının %10'unun gözlem yapılarak da sonuca ulaşılacağı düşündükleri tespit

edilmiştir. Bilim kavramına ilişkin yapmış oldukları açıklamalarda ise ön testte öğretmen adayları bilimi gözlem, deney ve araştırma sonucuna bağlı olarak elde edilen ve kanıtlanan bilgi birikimi olarak açıklarken; son testte bilmediklerimizin cevabını bulmak için insanlık yararına yapılan deney ve gözleme dayalı oluşan bilgi olarak açıklamışlardır. Öğretmen adaylarının ön ve son testte yapmış oldukları açıklamaların son testte az da olsa farklılaştığı; son testte verilerin elde edilmesine ilişkin görüşlerinin az da olsa değiştiği tespit edilmiştir. Bu sonucun öğretmen adaylarının öğretim sürecinde katılmış oldukları laboratuvar derslerinde, çeşitli becerileri birebir yaşamış olmaları ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel teoriler ve kanunlara ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; hem ön hem de son testte öğretmen adayları, teori ve kanunların birbirinden farklı olduğunu ve aralarında hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşünmektedirler. Ayrıca, teorilerin kanunları oluşturmasına ilişkin açıklamaların son testte, %5 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, dolaylı yaklaşımın, mevcut görüşler üzerinde az da olsa değişime neden olduğunu; ancak bu sonuca rağmen önemli bir etkisinin olmadığını da gösterir niteliktedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilir doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının tamamı teorilerin değişebilir nitelikte olduğunu düşünmektedirler. Elde edilen bu sonuca rağmen öğretmen adaylarının bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin düşüncelerinde hem ön hem de son testte çelişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç deney I ve deney II grubundan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Buna göre öğretmen adaylarının, teorilerin değişebilir; kanunların ise değişmez nitelikte olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir. Bu şekilde düşünen öğretmen adaylarının sayısının ön testte daha fazla olduğu, son testte ise yalnızca bir öğretmen adayının düşüncesini değiştirdiği belirlenmiştir.

Bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; hem ön hem de son testte öğretmen adaylarının, bilimsel bilginin elde edilmesi sürecinde kişisel özelliklerin yapılan çalışmalara yansıtıldığı düşüncesi içinde oldukları

görülmektedir. Ayrıca hem ön hem de son testte öğretmen adayları neden bu şekilde düşündüklerini birbirine benzer ifadelerle açıklamışlardır. Buna göre ön ve son testte verilen yanıtların çağdaş görüş açısını yansıttığı görülmektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin açıklamalarının çağdaş bakış açısını yansıttığı; ayrıca son testte, bir öğretmen adayı da olsa, mevcut görüşlerin geliştiği tespit edilmiştir. Bu sonucun yanı sıra öğretmen adaylarının hayal gücü ve yaratıcılığın nasıl kullanılacağına ilişkin görüşlerinin yetersiz olduğu görülmektedir. Ayrıca ön testte öğretmen adayları bu konuda daha yeterli görüşler ortaya koyarken, son testte bu görüşlerin olumsuz yönde değiştiği tespit edilmiştir.

Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine yönelik elde edilen sonuçlar, öğretmen adaylarının, bilim insanlarının yapmış oldukları farklı çalışmalara bağlı olarak sonuçlara ulaştıklarını düşündüklerini gösterir niteliktedir. Bununla birlikte öğretmen adayları ne ön ne de son testte, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılabileceğini, doğrudan doğruya ifade etmemişlerdir. Bu sonuç, öğretmen adaylarının bilimde gözlem-çıkarım ilişkisine yönelik yetersiz görüşler ortaya koyduklarını gösterir niteliktedir. Elde edilen bu sonuç deney I ve deney II grubundan elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir.

Öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğasına ilişkin yapmış oldukları açıklamalara göre; son testte daha az sayıda öğretmen adayının bilimin evrensel olduğunu ve sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündükleri tespit edilmiştir. Buna karşın bilimin evrensel olduğu ancak sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini belirten öğretmen adaylarının oranının ise arttığı tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, dolaylı yaklaşımın, öğretmen adaylarının görüşlerinde değişime neden olduğunu, ancak mevcut görüşlerde çelişkilerin yer aldığını gösterir niteliktedir. Son testte tespit edilen bu farklılığın, öğretmen adaylarının gün içerisinde yaşadıkları çeşitli durumlarla ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Kontrol grubunda geleneksel şekilde yürütülen dersler, bilimin doğası öğretiminde kullanılan yaklaşımlardan biri olan “dolaylı” yaklaşımın etkililiğine ilişkin verileri

ortaya koymaktadır. Buna göre araştırmadan elde edilen sonuçlar geleneksel öğretim, bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerde uygulama öncesi ve sonrasında önemli bir değişime neden olmadığını ortaya koymaktadır. Bu sonuca rağmen öğretmen adaylarının bilimsel bilginin sosyal ve kültürel, değişebilir ve deneysel doğasına ilişkin görüşlerinin az da olsa (%5 oranında) değiştiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin görüşlerinde gelişme olduğu; buna karşın nasıl kullanılacağına ilişkin görüşlerinde de gerileme olduğu görülmektedir. Benzer sonuçlar Kim ve Irving'in (2010) yapmış olduğu araştırmada da tespit edilmiştir.

Kim ve Irving'in (2010) yapmış oldukları araştırmada; genetik ünitesi işlenirken, genetik tarihinin öğretilmesinin, lise öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma nitel ve nicel verilerin bir arada yer aldığı yarı-deneysel bir çalışmadır. Araştırma deney grubundaki 17 ve kontrol grubundaki 16 öğrenci ile yürütülmüştür. Deney grubundaki dersler genetik tarihi kullanılarak; kontrol grubundaki dersler ise geleneksel tarzda işlenmiştir. Araştırma verileri VNOS ölçeği ve kavram haritaları kullanılarak toplanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel doğası dışındaki görüşlerinin, ön teste göre geliştiği tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubundaki öğrencilerin bilimsel bilginin nesnel doğası, sosyal ve kültürel doğası ile teori ve kanun ilişkisine ilişkin görüşlerinin, azda olsa geliştiği tespit edilmiştir.

Araştırmadan elde edilen bu sonuçların yanı sıra, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşlerinin, diğer gruptakilere benzediği de tespit edilmiştir. Ayrıca bilimsel bilginin nesnel doğasına ilişkin görüşlerin diğer gruplara göre daha yeterli olduğu görülmektedir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde geleneksel öğretim, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışları üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Bu sonuç aynı zamanda dolaylı yaklaşımın, bilimin doğası anlayışının geliştirilmesi amacıyla yeterli bir etkiye neden olmadığını da ortaya koyar niteliktedir. Bu sonuç farklı araştırmalarda da tespit edilmiştir.

Khishfe ve Abd-El Khalick'in (2002) yapmış olduğu araştırmada; 62 altıncı sınıf öğrencisine doğrudan ve dolaylı yollarla uygulanan eğitimin, bilimin doğasına ilişkin anlayışlara olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doğrudan yaklaşımın uygulandığı grup, bilimin doğası yönelik yansıtıcı soruların sorulduğu, araştırma aktivitelerine katılmış; dolaylı yaklaşımın uygulandığı grup ise yalnızca araştırma aktivitelerine katılmışlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; eğitim öncesinde her iki gruptaki öğrencilerin de bilimin doğasına ilişkin yetersiz görüşler ortaya koydukları; ayrıca dolaylı yaklaşımla eğitim gören gruptaki öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinde, her hangi bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir.

Lin ve Chen'in (2002) yapmış olduğu araştırmada; tarihsel dokümanlar kullanılarak yapılan kimya öğretiminin, bilimin doğasına ilişkin görüşlere olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma yarı-deneysel desende olup, deney grubundaki öğretmen adaylarına kimyanın bilim tarihi kullanılarak nasıl öğretileceği üzerine bir eğitim verilmiştir. Kontrol grubundaki öğrenciler ise klasik eğitimlerine devam etmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar deney grubundaki öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarının, kontrol grubuna göre daha yeterli olduğunu göstermiştir.

Bell, Blair, Crawford, Lederman'ın (2003) yapmış oldukları araştırmada; bilimsel araştırmaya katılan öğrencilerin bilim ve bilimsel bilginin yapısına ilişkin algılamalarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya onuncu ve on birinci sınıfta okuyan 10 başarılı lise öğrencisi gönüllü olarak katılmış ve öğrenciler sekiz hafta süren fen ve mühendislik alanlarındaki çıraklık eğitimi kursuna tabi tutulmuşlardır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; öğrencilerin çıraklık eğitimine katılarak, yani dolaylı yollarla, bilim ve bilimsel bilginin yapısına ilişkin yeterli görüşler ortaya koyamadıkları tespit edilmiştir.

Al Saidi'nin (2004) yapmış olduğu araştırmada; teknoloji tabanlı öğretim programı süresince, doğrudan öğretim yaklaşımına karşı uygulanan dolaylı yaklaşımın lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin algılamalarına olan etkisinin tespit edilmesi

amaçlanmıştır. Doğrudan yaklaşımla çalışan grup, açık ve aşikâr bir şekilde bilimin doğasına ilişkin kavramların tartışıldığı araştırma aktivitelerine katılmışlardır. Dolaylı yaklaşımla çalışan grupsa, aynı aktivitelere katılmış ancak bilimin doğasına ilişkin kavramlarla ilgili her hangi bir tartışma sürecine girmemişlerdir. Araştırmada uygulama öncesinde iki grubun bilimin doğasına ilişkin anlayışları arasında her hangi bir farklılık bulunmamış, uygulama sonrasında ise doğrudan yaklaşım lehine anlamlı bir fark elde edilmiştir.

Murphy, Kilfeather ve Murphy'nin (2007) yapmış oldukları araştırmada; dolaylı ve doğrudan öğretim yaklaşımının bilimin doğasına ilişkin anlayışlara olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrudan öğretim yaklaşımına göre yürütülen derslerin, bilimin doğasına ilişkin anlayışlara olan etkisinin dolaylı eğitime göre daha yeterli olduğunu ortaya koymaktadır.

5.1.4.Farklı Öğretim Tasarımlarının, Bilimsel Bilginin Doğasına İlişkin Görüşlere Olan Etkisiyle İlgili Sonuçlar ve Tartışma

Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, uygulanan öğretim tasarımlarının, bilimsel bilginin doğasına ilişkin görüşler üzerinde farklı etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre doğrudan öğretim yaklaşımına göre düzenlenen öğretim tasarımlarının, öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışları üzerinde; geleneksel öğretime göre daha etkili sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Buna göre, geleneksel öğretimle bilimsel bilginin doğasını öğrenen öğretmen adaylarının, mevcut görüşlerinde uygulama öncesi ve sonrasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Buna karşın doğrudan öğretim yaklaşımının, bilimin doğasının öğrenilmesinde etkili sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir.

Bilimin doğası öğretiminde geleneksel ve doğrudan öğretim yaklaşımlarının etkililiğine ilişkin elde edilen bu sonuçlar, farklı araştırmalarda da tespit edilmiştir. Ayvacı'nın (2007) yapmış olduğu araştırmada; bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesi amaçlanmıştır. Araştırma üç farklı grupta; dolaylı, doğrudan-yansıtıcı ve tarihsel öğretim uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre

her üç öğretim materyalinin de, adayların bilimin doğasının bazı unsurlarını diğerlerine oranla daha fazla öğrenmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmadan elde edilen diğer bir sonuç; doğrudan-yansıtıcı öğretimin bilimin doğasının birçok unsurunun diğerlerinden daha fazla kavranmasına neden olduğu şeklindedir.

Bu araştırmada doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanarak uygulanan, derse entegre edilmiş ve edilmemiş öğretim tasarımlarının; bilimsel bilginin doğası öğrenimine yönelik etkililiğinin bilimin doğasına ilişkin boyuta göre farklılaştığı görülmektedir. Buna göre araştırmadan elde edilen sonuç, öğretim tasarımlarının birinin diğerinden daha etkili olduğuna ilişkin her hangi bir sonucu ortaya koymamaktadır. Elde edilen bu sonucun, her iki gruptaki bilimin doğası öğretimin de aynı konu alanı ve aynı boyutlar üzerine odaklanması; ayrıca gruplarda yapılan tartışmaların aynı amaca hizmet etmesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Elde edilen bu sonucun yanı sıra, derse entegre edilmiş öğretim tasarımı kullanılarak gerçekleştirilen bilimin doğası öğretiminin, konuya adapte olma ve konuların içerikleriyle bağdaşıklık kurma açısından daha etkili olduğu söylenebilir.

Araştırmadan elde edilen sonuçlar geleneksel öğretimin bilimin doğası öğretiminde yeterli bir etkiye neden olmadığını; buna karşın doğrudan yaklaşıma göre düzenlenen öğretim tasarımlarının bilimin doğası öğretiminde yeterli etkiye neden olduğunu ortaya koyar niteliktedir. Doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanan, derse entegre edilmiş ve edilmemiş bilimin doğası öğretiminin etkililiğine ilişkin sonuçlar farklı araştırmalarda da tespit edilmiştir.

Khishfe'nin (2004) yapmış olduğu araştırmada; doğrudan öğretim yaklaşımına göre tasarlanarak, müfredata bağımlı ve bağımsız bir şekilde, uygulanan bilimin doğası öğretiminin etkililiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya kimya, biyoloji ve çevre eğitiminde çalışan 3 öğretmen ve öğrencileri katılmıştır. Her üç grupta da öğretmenler, mevcut müfredat ve bilimin doğasına ilişkin kavramların öğretimini gerçekleştirmişlerdir. Müfredata bağımlı olarak yürütülen bilimin doğası öğretiminde, mevcut müfredat doğrultusunda bilimin doğasına ilişkin boyutlar

tartışılırken; müfredattan bağımsız olarak yürütülen bilimin doğası öğretiminde ise çeşitli aktiviteler düzenlenerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; her iki grupta yer alan katılımcıların da bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, bilimin doğası öğretiminin müfredata bağımlı bir şekilde yürütülmesinin daha yeterli sonuçlar ortaya koyacağını iddia eden araştırmacıların görüşlerini desteklememektedir.

Seung, Bryan ve Butler'in (2009) yapmış oldukları araştırmada; doğrudan öğretim yaklaşımı temel alınarak düzenlenmiş olan farklı aktivite tabanlı öğretim tasarımlarının, aday öğretmenlerin bilimin doğasına ilişkin inanışlarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada doğrudan-konu tabanlı olmayan, doğrudan konu tabanlı ve doğrudan-durum tabanlı olmak üzere farklı öğretim tasarımları uygulanmıştır. Doğrudan-konu tabanlı olmayan eğitim gören grupta, bu araştırmada da uygulanan, küp aktivitesi uygulanmış; doğrudan-konu tabanlı eğitim gören grupta, momentum konusunun içeriğini temel alan, sarkaç aktivitesi; doğrudan-durum tabanlı eğitim gören grupta ise bilim tarihi temel alınarak, flogiston teoremi ve Lavoisier'in yanma teoremi doğrultusunda uygulama yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuç, doğrudan yaklaşım temel alınarak düzenlenmiş olan farklı aktivite tabanlı eğitimlerin, bilimin doğasına ilişkin anlayışlara olan etkisinin olumlu olduğunu göstermektedir. Ayrıca düzenlenen aktivite tabanlı eğitimlerin her birinin, farklı bilimin doğası anlayışları üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Örneğin birinci grupta sürdürülen eğitimde, bilimsel bilginin deneysel ve gözlem-çıkarım ilişkisi boyutları gelişme gösterirken; ikinci grupta bilimsel bilginin yaratıcı doğasına ilişkin görüşlerde gelişme olduğu tespit edilmiştir. Bunların yanı sıra bilimsel bilginin değişebilir doğası ile sosyal ve kültürel doğasına ilişkin görüşlerin üçüncü grupta verilen eğitimde geliştiği tespit edilmiştir.

Matkins, Bell, Irving ve McNall'in (2002) yapmış oldukları araştırmada; tartışmalı bir fen konusunda, doğrudan ve dolaylı yollarla yapılan bilimin doğası öğretiminin aday ilköğretim öğretmenlerinin bilimin doğası anlayışlarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmada, tartışmalı fen konusunun bilimin

doğası anlayışı üzerine etkisinin de belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma; fen konularının öğretimi/doğrudan bilimin doğası öğretimi, fen konularının öğretimi/dolaylı bilimin doğası öğretimi, doğrudan bilimin doğası öğretimi ve dolaylı bilimin doğası öğretimi olmak üzere dört dönem dört ayrı grupta yürütülmüştür. Fen konularının öğretimi/doğrudan bilimin doğası öğretiminin yapıldığı gruptaki öğrenciler, küresel ısınma konusu doğrultusunda bilimin doğasına ilişkin boyutları tartışırken; doğrudan bilimin doğası öğretiminin yapıldığı grupta Lederman ve arkadaşları tarafından geliştirilen 5 farklı aktivite uygulanarak bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; bilimin doğasının doğrudan yaklaşımla öğretilmesinin, dolaylı yaklaşıma göre daha etkili sonuçlar ortaya koyduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmadan elde edilen sonuçlar, fen konularının öğretimi/doğrudan bilimin doğası öğretimi ve doğrudan öğretimin uygulandığı gruptaki bilimin doğası görüşlerinin geliştiği, ancak aralarında her hangi bir farklılık oluşmadığını ortaya koymaktadır.

5.2.ÖNERİLER

Bu kısımda araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, farklı alanlara ilişkin öneriler getirilecektir.

5.2.1.Bilimin Doğasının Öğretilmesine Yönelik Öneriler

- Bilimin doğasının öğrenilmesi, küçük yaşlardan başlayarak tüm sınıf seviyelerindeki öğrenciler için zorunlu hale getirilmeli; buna bağlı olarak tüm sınıf seviyeleri için bilimin doğası öğretimi yaygınlaştırılmalıdır.
- Bilimin doğasının öğretilmesi için, farklı tasarımlarda düzenlenmiş ders planları hazırlanmalı ve mevcut materyaller, öğretmenlere kaynaklık teşkil etmesi açısından, ilgili kurumlara sunulmalıdır.
- Müfredat dâhilinde yer alan konuların kapsamı içerisinde, bilim ve bilimin doğasına ilişkin kavramların nasıl tartışılacağı, müfredata uyumlu bir şekilde eğitimin nasıl sürdürülebileceği örneklerle sunulmalıdır.
- Bilimin doğası öğretiminin nasıl yapılması gerektiğine ilişkin bilgiler ve örnekler, uygulamalı bir şekilde öğretmen ve öğretmen adaylarına sunulmalıdır.

- Eğitim-öğretim sürecinde bilim ve bilim tarihine ilişkin olaylar, sınıf seviyesine uygun olarak anlatılmalı; buna bağlı olarak bilim ve bilimin doğası öğretimin yapılması sağlanmalıdır.
- Bilimin doğası öğretiminin gerçekleştirilebilmesi için, konu alanı ve bilimin doğası öğretimi uygun görüldüğü durumlarda birbirine entegre edilmeli, ilişkisiz alanlar olarak görülmemelidir.
- Bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilirken, özel öğretim yöntemleri kapsamında yer alan farklı yöntem-tekniklerle bilimin doğası öğretimi birleştirilmelidir.
- Bilimin doğasına yönelik, mevcut literatür taranarak ilgili eksiklikler belirlenmeli ve yeni çalışmalar bu bilgiler ışığı altında gerçekleştirilmelidir.
- Bilimin doğası ile farklı alanlar birleştirilerek, bu alanda yapılabilecek çalışmaların sınırı genişletilmeli, böylece farklı bir bakış açısının geliştirilmesi sağlanmalıdır.
- Bilimin doğasının öğretilmesi, farklı sınıf seviyelerindeki öğrenciler için temel bir amaç olarak görülmektedir. Ancak mevcut sistemin yapısı gereği, bu konular müfredat kapsamı dışında algılanmakta, buna bağlı olarak da bu konuların öğretimi yeterli bir şekilde gerçekleştirilememektedir. Bu nedenle öğrencilerin tabi tutulduğu sınav sisteminde değişiklik yapılması, mevcut konulara ilişkin farklı sorulara yer verilmesi önerilmektedir.
- Uygulamadaki müfredatın kapsamı gözden geçirilerek yeniden yapılanmaya gidilmelidir.
- Bilimsel okuryazarlık kavramının öne çıktığı günümüzde, mevcut müfredat bilim tarihi ve felsefesi gibi alanları içerecek nitelikte, konu alanına uygun olarak tasarlanmalıdır.

5.2.2.Öğretmen Eğiticilerine Yönelik Öneriler

- Sınıf uygulamalarının en önemli bileşenlerinden biri olan öğretmenlerin, bilimin doğasına ilişkin yeterli kazanımlara sahip olabilmeleri için, öğretmen eğitimcilerinin mevcut anlayışı kazandırmayı hedefleyecek nitelikte eğitim vermesi önerilmektedir.

- Öğretmen eğitimcilerinin, bilim ve bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının çağdaş bilim anlayışını yansıtacak nitelikte olması sağlanmalıdır.
- Bilim ve bilimin doğasına ilişkin anlayışların geliştirilmesi amacıyla, öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitim kursları düzenlenmelidir.

5.2.3. Bu Alanda Çalışma Yapacak Olan Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Birçok çalışmada, gerek öğrenci gerekse öğretmenlerin, bilimin doğası anlayışlarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçların nedenleri ayrıntılı bir şekilde analiz edilmeli ve bu nedenlerin giderilmesine yönelik çalışmalıdır.
- Genel Kimya I müfredatında yer alan atom ve periyodik cetvel konusu kapsamında yapılan bu çalışma, farklı alanlardaki konular için de yaygınlaştırılarak uygulanmalıdır.
- Araştırma kapsamında yapılan uygulamada yer alan konuların, ardı ardına sekiz haftalık bir süreci kapsamaması, öğretmen adaylarının derse yönelik motivasyonlarını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, bilimin doğasına yönelik uygulanacak eğitimin, süreklilik arz etmesinden çok, müfredatın içerisine yaygınlaştırılarak uygulanması önerilmektedir.
- Bilimin doğası öğretiminin, ders dışı aktivitelerle veya çeşitli kurslarla öğretilmesi katılımcıların konuya olan ilgi ve dikkatinin azalmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle bu alanda yapılacak olan çalışmaların, konuya uygun bir şekilde hazırlanacak öğretim tasarımlarına göre düzenlenmesi önerilmektedir.
- Bilimin doğası öğretiminde dolaylı yaklaşım yerine, doğrudan-yansıtıcı yaklaşımın kullanılması önerilmektedir.
- Bilimin doğası öğretiminde, farklı yaklaşımların etkililiğini tartışmak yerine; bu yaklaşımları disiplinler arası bir şekilde uygulamanın daha etkili olabileceği düşünülmektedir.
- Bilimin doğasına ilişkin yapılan çalışmaların, daha ayrıntılı sonuçlar ortaya koyabilmesi amacıyla; genellikle nitel veri toplama ve analiz yöntemlerine yer verilmesinin, elde edilen sonuçların irdelenmesi açısından daha etkili olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Abd-El Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). 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., & Lederman, N.G. (2000). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10),1057–1095.
- Abd-El Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L., & Schwartz, R.S. (2001). Views of nature of science questionnaire (VNOS):Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Proceedings of the annual meeting of the association for the education of teachers in science*. Costa Mesa.
- Abd-El Khalick, F. (2002). The influence of a philosophy of science course on preservice secondary science teachers' views of nature of science. *Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*.
- Abd-El Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Teacher Education*, 88, 785-810.
- 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.

- Akerson, V.L., Abd-El Khalick, F., & 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), 295–397.
- Akçay, B. (2006). The analysis of how to improve student understanding of the nature of science: A role of teacher. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 7(2), Article 10.
- Akçay, B. (2007). *The influence of the history of science course on pre-service science teachers' understanding of the nature of science concepts*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa.
- Al Saidi, A. M. (2004). *The influence of explicit versus implicit instructional approaches during a technology-based curriculum on students understanding of nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, Department of Instruction and Teacher Education University of South Carolina.
- Alshamrani, S. M. (2008). *Context, accuracy, and level of inclusion of nature of science concepts in current high school physics textbooks*. Unpublished doctoral dissertation, University of Arkansas.
- American Association For The Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for All Americans. Benchmarks for Scientific Literacy*. Newyork: Oxford University Press.
- American Association For The Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Scientific Literacy*. Newyork: Oxford University Press.
- Arı, Ü. (2010). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının ve sınıf öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Aslan, O. (2009). *Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri ve bu görüşlerin sınıf uygulamalarına yansımaları*. Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, O., Yalçın, N., ve Taşar, M. F. (2009). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3),1-8.
- Ayar, M. C. (2007). *Fen- teknoloji -toplum dersinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ayvacı, H. Ş. (2007). *Bilimin doğasının sınıf öğretmeni adaylarına kütle çekim konusu içerisinde farklı yaklaşımlarla öğretilmesine yönelik bir çalışma*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bağcı Kılıç, G. (2003). Üçüncü uluslararası matematik ve fen araştırması (TIMSS): Fen öğretimi, bilimsel araştırma ve bilimin doğası. *İlköğretim-Online*, 2(1), 42-51.
- Baş, T., ve Akturan, U. (2008). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Bayrakçeken,S., ve Çelik, S. Bilimin Doğası, [http://fbe.atauni.edu.tr/BilimEtik/2008_2009_Guz/2_Hafta_-_Bilimin_Doğası_A_\(S_Bayrakceken\).pdf](http://fbe.atauni.edu.tr/BilimEtik/2008_2009_Guz/2_Hafta_-_Bilimin_Doğası_A_(S_Bayrakceken).pdf). Web adresinden 10 Haziran 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & 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. (2001). Implicit instruction in technology integration and the nature of science: There's no such thing as a free lunch. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1 (4). [Online] <http://www.citejournal.org/vol1/iss4/currentissues/science/article2.htm>
- Bell, R. L., & Lederman, N. G. (2003). Understandings of the nature of science and decision making on science and technology based issues. *Science Education*, 87(3), 352-377.
- Bell, R.L., Blair, L.M., Crawford, B.A., & Lederman, N.G. (2003). Just do it? impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 487-509.
- Beşli, B. (2008). *Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilim tarihinden kesitler incelemelerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bloom, M. A. (2008). *The effect of a professional development intervention on inservice science teachers' conceptions of nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Texas Christian University.
- Bricker, P. L. (2005). *Children's books and the nature of science: a multisite naturalistic case study of three elementary teachers in the rural southeast*. Unpublished Doctoral Dissertation, The University of Tennessee, Knoxville.
- Butler, W. (2009). *Does the nature of science influence college students' learning of biological evolution?* Unpublished Doctoral Dissertation, Florida State University.

- Cajas, F. (2001). The science/technology interaction: implications for science literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (7), 715-729.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2004). The nature of science: always part of the science story. *The Science Teacher*, 28-31.
- Crowther, D. T., Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2005). Understanding the true meaning of nature of science. *Science and Children*, 43(2), 50-52.
- Çavuş, S. (2010). *İlköğretim fen bilgisi ve matematik öğretmenliği lisans öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çelik, S., ve Bayrakçeken, S. (2006). The effect of a ‘science, technology and society’ course on prospective teachers’ conceptions of the nature of science. *Research in Science & Technological Education*, 24(2), 255–273.
- Çepni, S. (2007). *Kuramdan uygulamaya fen ve teknoloji öğretimi*. Çepni, S. (Ed). Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Çepni, S., ve Çil, E. (2010). Using a conceptual change text as a tool to teach thenature of science in an explicit reflective approach. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), article 11. 1-29.
- Çolak, H. (2009). *Exploring the development of nature of science views and personal epistemologies of upper elementary and middle school students*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.
- Dass, P.M. (2005). Understanding the nature of science of scientific enterprise (nose) through a discourse with its history. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 87-115.

- Dawkins, K. R., & Vitale, M. R. (1999). Using historical cases to change teachers' understandings and practices related to the nature of science. *Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Boston.
- DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Decoito, I. (2008). *Writing in science: exploring teachers' and students' views of the nature of science in language enriched environments*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Toronto.
- Dickerson, D. (2003). *Understanding the relationship between science and faith, The nature of science, and controversial content understandings*. Unpublished Doctoral Dissertation, North Carolina State University.
- Dickinson, V. L., Abd-El Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Changing elementary teachers' views of the nos: effective strategies for science methods courses. ED, 441-680.
- Doğan Bora, N. (2005). *Türkiye genelinde ortaöğretim fen branşı öğretmen ve öğrencilerinin bilimin doğası üzerine görüşlerinin araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Doğan, N., & 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.
- Dotger, S. (2006). *Cognitive and developmental components of understanding the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, North Carolina State University.

- Erenoğlu, C. (2010). *Doğada fen öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Fazio, X. E. (2005). *Exploring teachers beliefs and knowledge about scientific inquiry and the nature of science: A collaborative action research project*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Toronto.
- Friedman, A. J. (2006). *Biological classification historical case studies: fostering high school students' conceptions of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Wayne State University, Detroit, Michigan.
- Genelioğlu, Ö. (2007). *Bilimsellik, güncellik, faydalılık*. www.egitim.aku.edu.tr/ozlem.ppt. Web adresinden 1 Eylül 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.
- Gürel, Z. (2002). Resim bölümü öğrencilerinin fen biliminin doğasını anlama biçimleri. *V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Ankara:ODTÜ.http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/b_kitabi.htm Web adresinden 18 Ekim 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.
- Gürses, A., Doğar, Ç., Yalçın, M., ve Mavi, A. (2004). Bilimin doğasının öğretimi için ilginç bir konu: gravitasyon. *Milli Eğitim Dergisi*, 162.
- Gürses, A., Doğar, Ç., ve Yalçın, M. (2005). Bilimin doğası ve yüksek öğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 33(166).
- Hacıeminoğlu, E. (2010). *Student and school characteristics related to elementary students nature of science views*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Halai, N. (2002). *Munazza's story: understanding science teaching and conceptions of the nature of science in Pakistan through a life history study*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Toronto.
- Hanuscin, D. L. (2004). *Learning the "grammar of science": The influence of a physical science content course on teachers understanding of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Indiana University.
- Hanuscin, D. L., & Lee, E. J. (2009). Helping students understand the nature of science. *Science and Children*, 64-65.
- Howe, E. M. (2004). *Using the history of research on sickle-cell anemia to affect preservice teachers' conceptions of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Western Michigan University, Kalamazoo, Michigan.
- Howe, E. M. (2007). Addressing nature-of-science core tenets with the history of science: an example with sickle-cell anemia & malaria. *The American Biology Teacher*, 69(8), 467-472.
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, 82, 407-416.
- Irwin, A.R. (2000). Historical case studies: teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84 (1), 5-26.
- İrez, S. (2004). *Turkish preservice science teacher educators' beliefs about the nature of science and conceptualisations of science education*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Nottingham.
- İrez, S. (2006)(a). Critical reflective approach to teach the nature of science: A rationale and review of strategies. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 19-35.

- İrez, S. (2006)(b). Are we prepared? An assessment of preservice science teacher educators' beliefs about nature of science. *Science Teacher Education, 90*, 1113- 1143.
- Kahyaoğlu, E. (2004). *Investigation of the preservice science teachers' views on science technology and society issues*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Middle East Technical University.
- Kang,S., Scharmann, L.C., & Noh, A.(2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th and 10th graders. *Science Education, 89*, 314-334.
- Karakaş, M. (2006). *College science professors' understanding and use of nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, Graduate School of Syracuse University.
- Karakaş, M. (2009). Cases of science professors use of nature of science. *Journal of Science Education & Technology, 18*, 101–119.
- Karasar, N. (2003). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kattoula, E. H. (2008). *Conceptual change in pre-service science teachers' views on nature of science when learning a unit on the physics of waves*. Unpublished Doctoral Dissertation, Georgia State University.
- Kattoula,E., Verma,G., & Hansen, L. M. (2009). Fostering preservice teachers' "nature of science" understandings in a physics course. *Journal of College Science Teaching, 39*(1), 18-26.

- Kaya, O. N. (2005). *Tartışma teorisine dayalı öğretim yaklaşımının öğrencilerin maddenin tanecikli yapısı konusundaki başarılarına ve bilimin doğası hakkındaki kavramalarına etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, A. (2007). *Fen eğitiminde bilim tarihi destekli öğretimin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilim doğasına ilişkin görüşlerine etkisinin değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisanstezi. Balıkesir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kenyon, L. O. (2003). *The effect of explicit, inquiry instruction on freshman college science majors' understanding of the nature of science*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Houston.
- Keske, K. P. (2002). *Elucidating elementary science teachers' conceptions of the nature of science: A view to beliefs about both science and teaching*. Unpublished Doctoral Dissertation, Auburn University, Auburn, Alabama.
- Khishfe, R. F., & Abd-El Khalick, F. (2002). Influence of the explicit and implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R. F. (2004). *Relationship between students' understanding of nature of science and instructional context*. Unpublished doctoral dissertation, Graduate College of the Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois.
- Khishfe, R.F., & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.

- Khishfe, R.F., & Lederman, N. (2007). Relationship between instructional context and views of nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(8), 939–961.
- Kılıç, K., Sungur, S., Çakıroğlu, J., ve Tekkaya, C. (2005). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin bilimsel bilginin doğasını anlama düzeyleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 127-133.
- Kim, B. S. (2006). *The effect of using reflective nature of science questions on seventh grade students' views of nature of science and their understanding of photosynthesis*. Unpublished doctoral dissertation, Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois.
- Kim, S. Y. (2007). *Genetics instruction with history of science: nature of science learning*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, Ohio, USA.
- Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of Science as an instructional context: student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19, 187–215.
- Koehler, C. M. (2006). *Challenges and strategies for effectively teaching the nature of science: A qualitative case study*. Unpublished doctoral dissertation, University of Connecticut.
- Köksal, M. S. (2009). An instructional design model to teach nature of science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10(2), 1-19.
- Köksal, M.S. (2010). *The effect of explicit embedded reflective instruction on nature of science understandings, scientific literacy levels and achievement on cell unit*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Middle East Technical University.

- Küçük, M. (2006). *Bilimin doğasının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine öğretmeye yönelik bir çalışma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Lagnado, J. M. (2004). *Students' perceptions of the nature of science and the process of science through a project-based program*. Unpublished doctoral dissertation, Columbia University.
- Larson, L. J. (2006). *The nature of science teaching in four urban museum schools*. Unpublished doctoral dissertation, University of Southern California.
- Laugksch, L.C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84(1), 71-94.
- 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(4), 331-359.
- Lederman, N. G., & Abd-El Khalick, F. (1998). *Avoiding de-natured science: activities that promote understanding of the nature of science*. W.F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: rationales and strategies* (s.83-125), Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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 (8), 916-929.
- Lederman, N.G., Abd-El Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research In Science Teaching*, 39 (6), 497-521.

- Lederman, N.G., Lederman, J.S., Khishfe, R., Druger, E., Gnoffo, G., & Tantoco, C. (2003). Project ICAN: A multi-layered model of professional development. *Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), Chicago.*
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Revising instruction to teach nature of science. *The Science Teacher*, 36-39.
- Lederman, N. G. (2007). *Nature of Science: Past, present, and future*. In S. K. Abell and N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lin, H. S., & 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.
- Liu, S. Y., & Lederman, N. G. (2002). Taiwanese gifted students' views of nature of science. *School Science & Mathematics*, 102(3), 114-123.
- Liu, S. Y. (2003). *Conceptions of the nature of science and worldviews of preservice elementary science teachers in Taiwan*. Unpublished doctoral dissertation, Oregon State University.
- Logerwell, M. G. (2009). *The effects of a summer science camp teaching experience on preservice elementary teachers' science teaching efficacy, science content knowledge, and understanding of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, George Mason University.
- Lutz, M. V. R. (2002). *Scientific literacy: role of natural history studies in constructing understanding of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa.

- Macaroğlu, E., Taşar, M. F., ve Çataloğlu, E. (1998). Turkish preservice elementary school teachers' beliefs about the nature of science. *A paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching (NARST)*, 19-22, San Diego.
- Macaroğlu, E. (1999). *Pre-service elementary teachers' understanding of scientific inquiry and its role in school science*. Unpublished doctoral dissertation, Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Matkins, J. J., Bell, R., Irving, K., & McNall, R. (2002). Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. *Proceedings of the Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*.
- Matkins, J. J., & Bell, R. (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, 137–163.
- Matthews, M. R. (1992). History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. *Science & Education*, 1, 11-47.
- McComas, Z. F. (2000). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The principal elements of the nature of science: dispelling the myths*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (2000). 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*. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24-27.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17 (2-3), 249–263.
- McKinney, D., & Michalovic, M. (2004). Teaching the stories of scientists and their discoveries. *The Science Teacher*, 46-51.
- M.E.B. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2006). İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi (6, 7, 8. Sınıflar) Öğretim Programı, Ankara.
- Metin, D. (2009). *Yaz bilim kampında uygulanan yönlendirilmiş araştırma ve bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 6. ve 7. sınıftaki çocukların bilimin doğası hakkındaki düşüncelerine etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Metz, D. J. (2002). *Understanding the nature of science through the historical development of conceptual models*. Unpublished doctoral dissertation, University of Manitoba.
- Morgil, İ, Temel, S., Güngör Seyhan, H., ve Ural Alşan, E. (2009). Proje tabanlı laboratuvar uygulamasının öğretmen adaylarını bilimin doğası konusundaki bilgilerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 92-109.
- Mueller, C.L., & Wavering, M. J. (1999). Science interns' beliefs about the nature of science and teaching. <http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=ED443660>. Web adresinden 14 Kasım 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.

- Muğaloğlu, E. (2006). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini açıklayıcı bir model çalışması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Muğaloğlu, E. Z., ve Bayram, H. (2010). A structural model of prospective science teachers' nature of science views. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 54(6), 597-614.
- Mumba, F. (2005). *Influence of explicit instruction and reflection on mathematics and science teaching fellows' views of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, Illinois State University.
- Murcia, K., & Schibeci, R. (1999). Primary student teachers' conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1123-1140.
- Murphy, C., Kilfeather, P., & Murphy, C. (2007). An exploration of issues surrounding teaching the nature of science to pre-service primary school teachers. *Irish Educational Studies*, 26(1), 27-38.
- Muşlu, G.(2008). *İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasının sorgulama düzeylerinin tespiti ve çeşitli etkinliklerle geliştirilmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Nadelson, L. S. (2007). *Preservice teachers' understanding of evolution, the nature of science, and situations of chance*. Unpublished doctoral dissertation, University of Nevada, Las Vegas.
- NRC (National Research Council). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.

- Nuangchalerm, P. (2010). Engaging students to perceive nature of science throughsocio-scientific issues-based instruction. *European Journal of Social Sciences*, 13(1), 34-37.
- Ochanji, M. K. (2003). *Learning to teach the nature of science: A study of preservice teachers*. Unpublisheddoctoral dissertation, Kenyatta University, Nairobi, Kenya.
- Oyman, Y. (2002). *İlköğretim Fen Bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarının tespiti*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özcan, M. B. (2009). *Tarihsel yaklaşımın 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğasıyla ilgili görüşlerini geliştirmeye etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özdemir, G. (2007). The effects of the nature of science beliefs onscience teaching and learning. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2, 355-372.
- Özgenel, S. (2010). *Exploring the development of pre-service science teachers' views on nature of science in inquiry-based laboratory instruction*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Öztuna Kaplan, A. (2006). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının epistemolojik inanışlarının okul deneyimi ve öğretmenlik uygulamasındaki yansımaları: durum çalışması*. Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Özyeral Bakanay, Ç. D. (2008). *Biyoloji öğretmen adaylarının evrim teorisine yaklaşımları ve bilimin doğasına bakış açıları*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Palmquist, B.C., & Finley, F.N. (1997). Preservice teachers' views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Teaching*, 34 (6), 595–615.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research & evaluation methods*. London: Sage Publication.
- Peters, E. E. (2007). *The effect of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge metacognition, and self-regulatory efficacy*. Unpublished doctoral dissertation, George Mason University, Fairfax, Virginia.
- Philips, M. C. (2006). *Content analysis of sixth-grade, seventh-grade, and eighth-grade science textbooks with regard to the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, University of Houston.
- Philpot, C. J. (2007). *Science olympiad students' nature of science understandings*. Unpublished doctoral dissertation, Georgia State University.
- Reeves, C. T. (2002). *Effects of designed learning strategies to enhance biology students' understanding of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Mississippi.
- Reeves, C., Chessin, D., & Chambless, M. (2007). Nurturing the nature of science. *The Science Teacher*, 74(8), 31-35.
- Reid Smith, J. A. (2010). *Historical short stories and the nature of science in a high school biology classroom*. Unpublished doctoral dissertation, The Iowa State University, Ames, Iowa.

- Reveles, J. M. (2005). *Scientific literacy and academic identity: Creating a community of practice*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara.
- Richwine, P. L. (2007). *The impact of authentic science inquiry experiences studying variable stars on high school students' knowledge and attitudes about science and astronomy and beliefs regarding the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Arizona.
- Rivas, M. G. (2003). *The nature of science and the preservice elementary teachers: changes in understanding and practice*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Santa Barbara.
- Rudge, D. W., & Howe, E. M. (2004). Incorporating history into the science classroom. *The Science Teacher*, 52-57.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconciling the "nature of science" as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.
- Scharmman, L. C., Smith, M. U., James, M. C., & Jensen, M. (2005). Explicit reflective nature of science instruction: evolution, intelligent design, and umbrellaology. *Journal of Science Teacher Education*, 16, 27-41.
- Schrauth, B. A. (2009). *The portrayal of the nature of science in early childhood instructional materials*. Unpublished master thesis, Iowa State University, Ames, Iowa.

- Schuster, D. A. (2005). *Professional development by scientists and teachers' understanding of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University.
- Schwartz, R., Lederman, N.G., Khishfe, R., Lederman, J.S., Matthews, L., & Liu, S. (2002). Explicit/Reflective instructional attention to nature of science and scientific inquiry: impact on student learning. *Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science*.
- Schwartz, R. E. (2005). *Epistemological views in authentic science practice: a cross-discipline comparison scientist's views of nature of science and scientific inquiry*. Unpublished Doctoral Dissertation, Oregon State University.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. A. (2004). Developing views of NOS in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between the nos and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Schwartz, R.S., & Lederman, N.G. (2006). Exploring contextually-based views of NOS and scientific inquiry: What scientists say (tentativeness, creativity, scientific method, and justification). *Paper Presented as Part of The Related Paper Set, "Setting an Empirically Supported and Synergistic Agenda for Research on Nature of Science"*. National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco.
- Schwartz, R. (2007). What's in a word? *Science Scope*, 42-47.
- Schwartz, R.S., & Lederman, N.G. (2008). What scientists say: scientists' views of nature of science and relation to science context. *International Journal of Science Education*, 30(6), 727-771.

- Seung, E., Bryan, L. A., & Butler, M. B. (2009). Improving preservice middle grades science teachers' understanding of the nature of science using three instructional approaches. *Journal of Science Teacher Education*, 20, 157–177.
- Smith, U.M., & Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: a pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83(4), 493-509.
- Southerland, S. A., Johnston, A., & Sowell, S. (2006). Describing teachers' conceptual ecologies for the nature of science. *Science Education*, 90(5), 874-906.
- Sönmez, V. (2008). *Bilim felsefesi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Stockton, J. D. (2002). *Epistemology and the nature of science: implications for preservice elementary science programs*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University.
- Şeker, H. (2004). *The effect of using the history of science in science lessons on meaningful learning*. Unpublished doctoral dissertation, The Ohio State University, Ohio, USA.
- Şimşek, H. (1994). Pozitivizm ötesi paradigmatik dönüşüm ve eğitim yönetiminde kuram ve uygulamada yeni yaklaşımlar. *II. Eğitim Bilimleri Kongresi* (s.1-15). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi. www.hasansimsek.net/.../Pozitivizm%20Otesi%20Paradigmatic%20Donusum%20ve%20Egiti... Web adresinden 1 Eylül 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.
- Taber, K. S. (2008). Towards a curricular model of the nature of science. *Science & Education*, 17, 179–218.

- Tairab, H. H. (2001). Pre-service teachers' views of the nature of science and technology before and after a science teaching methods course. *Research in Education, 65*, 81-87.
- Taşar, M. F. (2002). Bilim hakkında görüşler anketi. *V.Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Ankara:ODTÜ.http://www.fedu.metu.edu.tr/ufbmek-5/b_kitabi/b_kitabi.htm
Web adresinden 18 Ekim 2010 tarihinde erişimi sağlanmıştır.
- Taşar, M. F. (2003). Teaching history and the nature of science in science teacher education programs. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*, 30-42.
- Thye, T. L., & Kwen, B. H. (2003). Assessing the nature of science views of Singaporean pre-service teachers. *A paper presented at the annual conference of the New Zealand/Australian Association for Research in Education*, Auckland.
- Tira, P. (2009). *Comparing scientists' views of nature of science within and across disciplines, and levels of expertise*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University.
- Trumbulla, D. J., Scaranob, G., & Bonney, R. (2006). Relations among two teachers' practices and beliefs, conceptualizations of the nature of science, and their implementation of student independent inquiry projects. *International Journal of Science Education, 28*(14), 1717–1750.
- Tunç Şahin, C., ve Köksal, M.S. (2010). How are the perceptions of high school students and teachers on NOS as a knowledge type presented in schools in terms of "importance" and "interest"? *International Journal of Environmental & Science Education, 5*(1), 105-126.

Turgut, H. (2005). *Yapılandırmacı tasarım uygulamasının fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinden “bilimin doğası” ve “bilim-toplum-teknoloji ilişkisi” boyutlarının gelişimine etkisi.* Yayınlanmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Turgut, H., ve Fer, S. (2006). Fen Bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinin geliştirilmesinde sosyal yapılandırmacı öğretim tasarımı uygulamasının etkisi, *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 24, 205-229.

Turgut Ustaoglu, M. (2010). *İlköğretim ikinci kademe 7. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası ile ilgili bilgi düzeylerinin belirlenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Türk Dil Kurumu (TDK). (2010). Güncel terimler sözlüğü. <http://www.tdk.gov.tr> 08.08.2010 tarihinde erişilmiştir.

Vanderlinden, D. W. (2007). *Teaching the content and context of science: the effect of historical narratives to teach the nature of science and science content in an undergraduate introductory geology course.* Unpublished doctoral dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa.

Wahbeh, N. A. K. (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, Urbana, Illinois.

Walls, L. (2009). *A critical hermeneutic study: third grade elementary african american students' views of the nature of science.* Unpublished doctoral dissertation, Purdue University, West Lafayette, Indiana.

- Wang, J. R. (2001). Improving elementary teachers' understanding of the nature of science and instructional practice. *Paper Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST)*.
- Waters-Adams, S. (2006). The relationship between understanding of the nature of science and practice: the influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919–944.
- Wenning, C. J. (2006). A framework for teaching the nature of science. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 3(3), 3-10.
- Wieder, W. (2006). Science as story. *The American Biology Teacher*, 68(4), 200-205.
- Wilson, J. W. (2003). *Science teachers learning about the nature of science and scientific inquiry by doing astronomical research: the binary star Project*. Unpublished doctoral dissertation, Georgia State University.
- Yalvaç, B. (2005). *On-line peer review and students' understanding of the nature of science*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University.
- Yapıcı, M. (2005). Bilim ve bilim insanının nitelikleri. *Bilim, Eğitim ve Düşünce Dergisi*, 5(1).
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H.(2000). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (2.baskı). Ankara: Seçkin Yayın.
- Yıldırım, C. (1996). *Bilimin öncüleri* (7.baskı). Ankara: TÜBİTAK popüler bilim kitapları.

Yıldırım, C. (2007). *Bilim felsefesi* (11.baskı). İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yip, D. (2006). Using history to promote understanding of nature of science in science teachers. *Teaching Education*, 17(2), 157-166.

Yücel, M. (2009). *Etkileşimli kısa tarihsel hikâyelerin kullanımının ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik Anlayışlarını geliştirmesindeki etkililiği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmon, M. L. (2002). Tangled up in views: beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343–367.

EKLER

EK 1. BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞLER ÖLÇEĞİ (VNOS-C)

Değerli Arkadaşlar çalışmaya yapacağınız katkı için teşekkürler...

- 1) Sizce bilim nedir? Size göre bilimi (veya fizik, biyoloji gibi bilimsel bir disiplini) diğer sorgulama disiplinlerinden (din, felsefe vb.) farklı kılan nedir?
- 2) Deney ne demektir?
- 3) Bilimsel bilginin oluşturulmasında deney gereklidir?
 - Eğer evetse, nedenini açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı destekleyiniz.
 - Eğer hayırsa, nedenini açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı destekleyiniz.
- 4) Bilim adamları bilimsel bir teori geliştirdikten sonra (mesela atom teorisi, evrim teorisi) bu teori değişime uğrar mı?
 - a. Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız, sebebini açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
 - b. Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız: Neden değişeceklerini açıklayınız. Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız bilimsel teorileri öğrenmek için uğraştığınızı açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
- 5) Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir farklılık var mıdır açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı netleştiriniz.
- 6) Fen kitapları genellikle atomu protonlar ve nötronlardan oluşmuş bir çekirdek ile bu çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket halinde olan elektronlarla tasvir eder. Bilim adamları atomun yapısından nasıl emin olabilirler? Sizce bilim adamları atomun yapısını hangi kanıtlardan yola çıkarak belirlemişlerdir.
- 7) Fen kitapları genellikle türleri benzer özellikleri olan ve soylarını sağlıklı devam ettirebilmek için kendi aralarında çiftleşen organizma grupları olarak tanımlarlar. Bilim adamları yaptıkları tür tanımlamasından nasıl emin

olabilirler? Sizce bilim adamları türün ne olduğunu hangi kanıtlardan yola çıkarak belirlemişlerdir?

- 8) Dinozorların 65.000.000 yıl önce yok olduğuna inanılmaktadır. Bilim adamları dinozorların yok oluşlarını açıklayabilmek için hipotezler geliştirmişler ve bunlardan ikisi geniş destek görmüştür. Birincisi büyük bir meteorun dünyaya çarparak yok olmalarına neden olduğu, ikincisi ise yoğun ve yok edici volkanik patlamaların onların sonunu hazırladığı şeklindedir. Her iki hipotezi geliştiren bilim adamları da aynı veri guruplarından yola çıkarak bu sonuçlara ulaştıklarına göre sizce bu tür farklı sonuçlar nasıl mümkün olabiliyor açıklayınız?
- 9) Bazıları bilimin sosyal ve kültürel değerlerden beslendiğini iddia eder. Yani bilim, içinde geliştiği kültürün sosyal ve politik değerlerini, felsefi zanlarını ve zihinsel normlarını yansıtır. Bazıları da bilimin evrensel olduğuna inanır. Yani bilim ulusal ve kültürel sınırları aşmıştır. İçinde geliştiği kültürün sosyal ve politik değerlerinden, felsefi zanlarından, zihinsel normlarında etkilenmez.
- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız sebebini açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
 - Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız sebebini açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
- 10) Bilim adamları ortaya attıkları soruların cevaplarını ararken deneyler/araştırmalar yaparlar. Araştırmalar esnasında bilim adamları yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar mı?
- Eğer evetse, bilim adamları hangi aşamasında yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar: Planlama ve tasarım, veri toplama, veri toplamasından sonra? Lütfen bilim adamlarının neden yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullandıklarını açıklayınız. Eğer mümkünse örnekler veriniz.
 - Eğer bilim adamlarının yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmadığını düşünüyorsanız nedenini açıklayınız. Eğer mümkünse örnekler veriniz.

EK 2. BİLİMİN DOĞASI GÖRÜŞME ANKETİ

- 1) Sizce bilim nedir? Bilimle ilgili kendi düşüncelerinden söz eder misin? Bilim ne yapar? Bilim yapmanın içinde neler vardır?
- 2) Ne tip insanlar bilim yapar? Bu kişilerin nitelikleri nelerdir? Kendini bilim yapacak nitelikte kişilerden biri olarak görüyor musun?
- 3) Size göre bilimi (veya fizik, biyoloji gibi bilimsel bir disiplini) diğer sorgulama disiplinlerinden (din, felsefe vb.) farklı kılan nedir?
- 4) Bilimsel yöntem nedir? Bilimsel yöntem nasıl işler?
 - a. İfade ettiğiniz kavramların neden birbiriyle ilişkili olduğunu düşünüyorsunuz?
 - b. Kavramlar arası ilişkiyi açıklarken ...kavramını diğerinden daha üst mertebede neden kullandınız?
 - c. Tüm bilim adamları belli bir yöntemi mi kullanırlar?
- 5) Deney ne demektir? Deney değişkenleri kullanmayı mı yoksa daha genel yöntemleri mi içerir?
- 6) Bilimsel bilginin oluşturulmasında deney gereklimidir?
 - a. Eğer evetse, nedenini açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı destekleyiniz.
 - b. Eğer hayırsa, nedenini açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı destekleyiniz.
- 7) Bir teori veya hipotezi nasıl savunursun?
 - a. Bir iddiayı savunmak için ne kadar kanıt veya deney gereklidir?
 - b. Bilim adamları her hangi bir teori veya hipotezi savunurken ne tip kanıtlar kullanırlar?
- 8) Bilim adamları bilimsel bir teori geliştirdikten sonra (mesela atom teorisi, evrim teorisi) bu teori değişime uğrar mı?
 - a. Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız, sebebini açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
 - b. Bilimsel bilginin değişeceğine inanıyorsanız, ne tip bir değişim olduğunu açıklayınız. 1.Var olan bilginin değişmesi 2.Mevcut bilgiye yeni bilgilerin eklenmesi. Hangi tip değişimden söz ediyorsunuz.

- c. Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız: Neden değişeceklerini açıklayınız.
- d. Eğer değişeceklerine inanıyorsanız neden bilimsel teorileri öğrenmek için uğraştığınızı açıklayınız. Örneklerle açıklamanızı destekleyiniz.
- 9) Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir farklılık var mıdır açıklayınız. Bir örnekle açıklamanızı netleştiriniz.
- a. Teori ve kanunu aşamalandırabilir misiniz?
- b. Eğer aşamalandırmayı seçtiyseniz nasıl aşamalandırdığınızı ve neden bu şekilde bir aşamalandırma yaptığınızı açıklayınız?
- 10) Fen kitapları genellikle atomu protonlar ve nötronlardan oluşmuş bir çekirdek ile bu çekirdek etrafındaki yörüngelerde hareket halinde olan elektronlarla tasvir eder. Bilim adamları atomun yapısından nasıl emin olabilirler? Sizce bilim adamları atomun yapısını hangi kanıtlardan yola çıkarak belirlemişlerdir.
- a. Bugüne kadar hiç atom gördünüz mü?
- b. Bilim adamları bugüne kadar atom görmüşler midir? Eğer evet ise. Nasıl görmüş olduklarını açıklayın. Eğer hayır ise, bilim adamları atomun yapısına ilişkin ayrıntılı bilgiyi nasıl öğrenmişlerdir?
- 11) Fen kitapları genellikle türleri benzer özellikleri olan ve soylarını sağlıklı devam ettirebilmek için kendi aralarında çiftleşen organizma grupları olarak tanımlarlar. Bilim adamları yaptıkları tür tanımlamasından nasıl emin olabilirler? Sizce bilim adamları türün ne olduğunu hangi kanıtlardan yola çıkarak belirlemişlerdir?
- a. Köpekler ve kurtlar arasında bazı bilinen türler birbiriyle çiftleşebilmekte ve verimli döller oluşturmaktadır. Farklı isimler verilen farklı türlerin çiftleşerek verimli döller oluşturması tür tanımıyla nasıl uyum sağlamaktadır?
- 12) Dinozorların 65.000.000 yıl önce yok olduğuna inanılmaktadır. Bilim adamları dinozorların yok oluşlarını açıklayabilmek için hipotezler geliştirmişler ve bunlardan ikisi geniş destek görmüştür. Birincisi büyük bir meteorun dünyaya çarparak yok olmalarına neden olduğu, ikincisi ise yoğun ve yok edici volkanik patlamaların onların sonunu hazırladığı şeklindedir.

Her iki hipotezi geliştiren bilim adamları da aynı veri guruplarından yola çıkararak bu sonuçlara ulaştıklarına göre sizce bu tür farklı sonuçlar nasıl mümkün olabiliyor açıklayınız?

- 13)** Bazıları bilimin sosyal ve kültürel değerlerden beslendiğini iddia eder. Yani bilim, içinde geliştiği kültürün sosyal ve politik değerlerini, felsefi zanlarını ve zihinsel normlarını yansıtır. Bazıları da bilimin evrensel olduğuna inanır. Yani bilim ulusal ve kültürel sınırları aşmıştır. İçinde geliştiği kültürün sosyal ve politik değerlerinden, felsefi zanlarından, zihinsel normlarında etkilenmez.
- Size göre evrensellik nedir?
 - Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız sebebini açıklayınız. rneklele açıklamanızı destekleyiniz.
 - Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız sebebini açıklayınız. rneklele açıklamanızı destekleyiniz.
- 14)** Bilim adamları ortaya attıkları soruların cevaplarını ararken deneyler/araştırmalar yaparlar. Araştırmalar esnasında bilim adamları yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar mı?
- Eğer evetse, bilim adamları hangi aşamasında yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar: Planlama ve tasarım, veri toplama, veri toplamasından sonra? Lütfen bilim adamlarının neden yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullandıklarını açıklayınız. Eğer mümkünse rneklele veriniz.
 - Eğer bilim adamlarının yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmadığını düşünüyorsanız nedenini açıklayınız. Eğer mümkünse rneklele veriniz.
- 15)** Bilimin doğası kavramından ne anlıyorsunuz? Sizce bilimin doğası nedir?
- 16)** Bilimin doğasını öğrenmek önemli midir? Neden?
- 17)** İşlediğimiz dersler süresince bilimin doğasıyla ilgili neler öğrendiniz? Dersler size neler kazandırdı?

- 18)** İşlenen derslerin bilimin doğasıyla ilgili düşüncelerinize her hangi bir etkisi oldu mu?
- a.** Evet ise, ne tip değişim olduğunu açıklayın. Fikirlerinizdeki değişimi bir örnekle açıklayın.
 - b.** Hayır ise, neden her hangi bir değişim olmadığını açıklayın.
- 19)** Derslerde ne tip çalışmalar fikirlerinizi etkiledi? İşlenen dersleri göz önüne alarak ne tip örneklerin sizin fikirlerinizde değişime neden olduğunu açıklayın.
- 20)** İşlenen derslerin olumsuz yanları var mıdır? Açıklayın.
- 21)** Bilimin doğası öğretimi sizce müfredat kapsamı dâhilinde yer almalı mıdır? Neden? Öğretmenlik mesleğine başladığınız zaman benzeri aktiviteleri derslerinizde kullanmayı düşünürmüsünüz?

EK 3. BİLİMİN DOĞASI HAKKINDA GÖRÜŞ FORMU(BDHGF)

1. Bilim nedir?

- a. Bilinmeyeni bulma
- b. Sorunlara çözüm bulma
- c. Kanunları açıklayan bilgi
- d. Gözlem, deney, araştırma, inceleme çalışmalarının tümü
- e. Deney ve gözlemle kanıtlanabilir bilgi birikimi
- f. Sorgulama sistemi

Diğer.....

2. Bilim diğer disiplinlerden (din, güzel sanatlar ...) farklıdır çünkü....

- a. Deneye dayalıdır
- b. Sorgulama vardır
- c. Objektiftir/evrenseldir
- d. Kesin ve nettir
- e. Neden-sonuç ilişkisine dayanır
- f. İzlediği yöntem farklıdır

Diğer.....

3. Deney nedir?

- a. Hipotezi ispatlama
- b. Verileri kontrollü gözleme
- c. Laboratuarda inceleme yapma
- d. Teorik bilgiyi görsel hale getirme
- e. Gözlemleri test etme
- f. Neden-sonuç ilişkisini açıklama

Diğer.....

4. Bilimsel bilgi oluşturulurken deney gereklidir. Çünkü.....

- a. Bilginin doğruluğunu ispatlamak için
- b. Hipotezi ispatlamak için
- c. Kanıt sağlamak için
- d. Bilimsel bilgi objektif olduğu için
- e. Gözlem yaparak sonuca ulaşmayı sağladığı için
- f. Bilimsel bilgi elde etmek için

Diğer.....

5. Bilimsel bir teori oluşturulduktan sonra değişime uğrar. Çünkü.....

- a. Kesin olmadığı için
- b. Teknoloji geliştiği için
- c. Yeni bilgi elde etmek için
- d. Bilim dinamik olduğu için
- e. Evrensel olmadığı için
- f. Yanlış olduğu ispatlandığı için

Diğer.....

6. Teori-kanun arasında nasıl bir ilişki vardır?

- a. Hipotezler teorileri oluşturur, teorilerde kanunları oluşturur
- b. Teori ve kanun birbirinden bağımsızdır

Diğer.....

7. Bilimsel teori ve kanun farklıdır. Çünkü...

- a. Teori değişir, kanun değişmez
- b. Teori tartışılır, kanun tartışılmaz
- c. Teorinin doğruluğu kabul edilmiştir, kanun belirsizdir
- d. Kanunlar teorilerin gelişmesiyle oluşur

Diğer.....

8. Bilim adamlarının buldukları bilgiler

- a. Değişir
- b. Değişmez

Diğer.....

9. Bilim adamları elde ettikleri verilerin doğruluğundan emin olmak için kullanırlar.

- a. Deneylerini
- b. Hipotezlerini
- c. Gözlemlerini
- d. İnceleme ve araştırmalarını
- e. Önceki bilgi birikimlerini

Diğer.....

10.Bilim adamlarının ulaştıkları sonuçlar. Kendi fikir ve düşüncelerinden

a.Etkilenir

b.Etkilenmez

Diğer.....

11.Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda aynı veriyi kullanmalarına rağmen farklı sonuçlara ulaşırlar. Çünkü

a.Bilgi birikimleri farklıdır

b.Farklı yorumlama ve düşünme yetenekleri vardır

c.Farklı yöntem kullanmışlardır

d.Farklı hipotez oluşturmuşlardır

e.Veri eksikliği veya yanlışlığı vardır

Diğer.....

12.Bilim

a.Evrenseldir

b.Sosyal ve kültürel değerleri yansıtır

c.Hem evrenseldir hem de sosyal ve kültürel değerleri yansıtır

Diğer.....

13.Toplumun sosyal ve kültürel yapısı bilimi

a.Etkiler

b.Etkilemez (evrenseldir)

Diğer.....

14.Bilim

a.Yaratıcılık ve hayal gücü içerir

b.Belli bir prosedüre (yöntem) göre işler; yaratıcılık ve hayal gücünün işlevi yoktur

Diğer.....

15.Kişilerin hayal gücü ve yaratıcılıkları bilim adamlarının çalışmalarını

a.Olumlu etkiler

b.Olumsuz etkiler

c.Etkilemez

Diğer.....

16.Bilim adamları bilimsel bilgiyi oluştururken; yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü

- a.**Problemin çözümü aşamasında gereklidir
- b.**Bulguları yorumlama aşamasında gereklidir
- c.**Araştırmanın tasarlanması aşamasında gereklidir
- d.**Hipotezin oluşturulması aşamasında gereklidir

Diğer.....

EK 4 . DENEY I GRUBU DERS PLANI

1.Ders: Gizemli Ayak İzleri

Aktivitede öğrencilere sırasıyla üç farklı şekil dağıtılır ve öğrencilerin her şekli inceleyerek ne düşündüklerini, şekillerde görmüş olduklarının neler olabileceğini açıklamaları ve bu doğrultuda bir hikâye yazarak sunmaları istenir. Hikâyeler sunulduktan sonra, öğrencilerin aynı şekilleri incelemiş olmalarına rağmen yazmış oldukları hikâyelerin neden birbirinden farklı olduğu üzerine odaklanılır.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

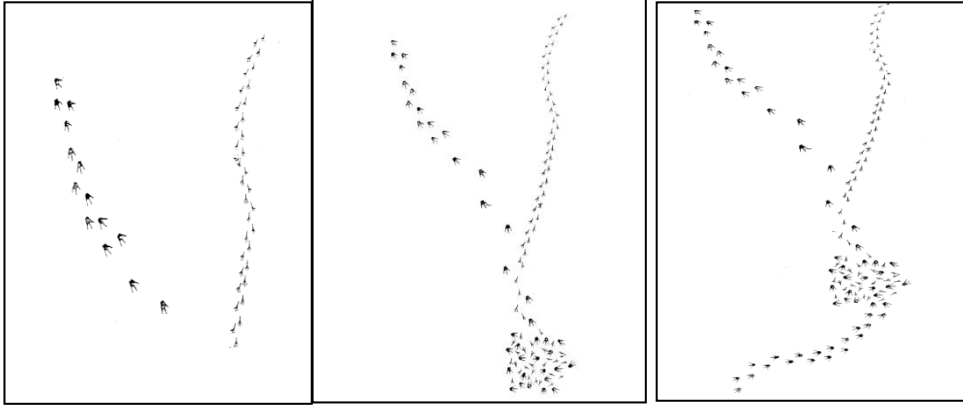
Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Farklı şekilde düzenlenmiş ekteki resimler

Aktivitenin Uygulanması

1. Öğrencilere öncelikli olarak birinci şekil dağıtılır.
2. Öğrencilerin şekli incelemeleri, şekillerde görmüş olduklarının neler olabileceğini ve ne düşündüklerini açıklamaları istenir.
3. Öğrencilere resimde görmüş olduklarını bir hikâye yazarak anlatmaları istenir.
4. Sırasıyla diğer şekillerde dağıtılır.
5. Öğrencilerin her resmi ayrı ayrı incelemeleri ve hikâyelerini resimlere göre tamamlamaları istenir.
6. Öğrenciler hikâyeleri sunduktan sonra, öğrencilerin aynı şekilleri incelemiş olmalarına rağmen yazmış oldukları hikâyelerin neden birbirinden farklı olduğu üzerine odaklanılır.
7. Öğrencilere bilim adamlarının yapmış olduğu çalışmalar örnek gösterilerek, onların aynı verileri kullanmalarına rağmen birbirlerinden farklı sonuçlar bulup bulmadıkları sorusu sorularak bilimsel bilginin öznellik boyutu üzerine odaklanılır.
8. Öğrencilerin hikâyelerini nasıl yazdıkları, ne tip incelemelerde buldukları, ön bilgilerini kullanıp kullanmadıkları, hayal gücü ve yaratıcılıklarının bu

süreçte etkili olup olmadığı sorularak bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanılır.



Şekil 1

Şekil 2

Şekil 3

2.Ders: Küpler

Aktivite iki basamakta uygulanmaktadır. Buna göre ilk olarak gruplara yüzeyinde farklı sayılar bulunan bir küp verilir ve öğrencilerin bu küpleri incelemeleri istenir. Küpler; üstteki sayıları aynı olacak şekilde, araştırmacı tarafından, masalara tek tek bırakılır. Öğrencilere küpleri incelerken yerinden oynatmamaları ve kaldırmamaları gerektiği belirtilir. Küplerin incelenmesinin ardından, öğrencilere küpün tabanındaki sayının kaç olabileceği sorusu yöneltilir.

Aktivitenin ikinci bölümünde; üzerlerine sayılar ve isimler yazılmış olan küpler üst yüzeyleri aynı olacak şekilde her bir masaya ayrı ayrı verilir. Öğrencilere küplerin yerlerini değiştirmeden, yerinden kaldırmadan ve oynatmadan incelemeleri gerektiği belirtilir. Öğrencilerden küpleri incelerken üzerlerinde yazan sayılar ve isimler arasında ilişki kurmaları, neden bu şekilde bir eşleştirme yapılmış olduğunu düşünmeleri ve buradan yola çıkarak küpün tabanında yazan ismin ve sayının kaç olduğunu tahmin etmeleri istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

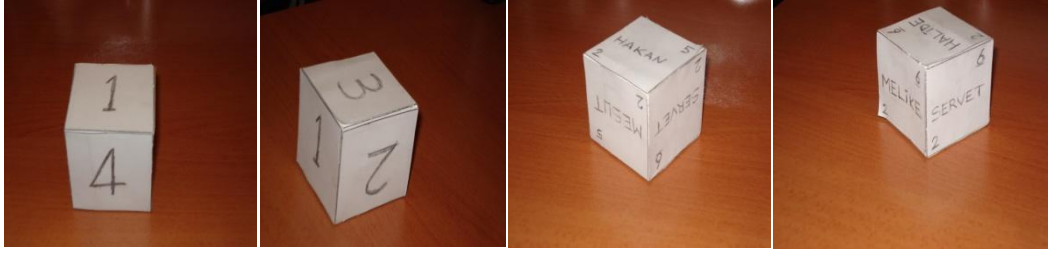
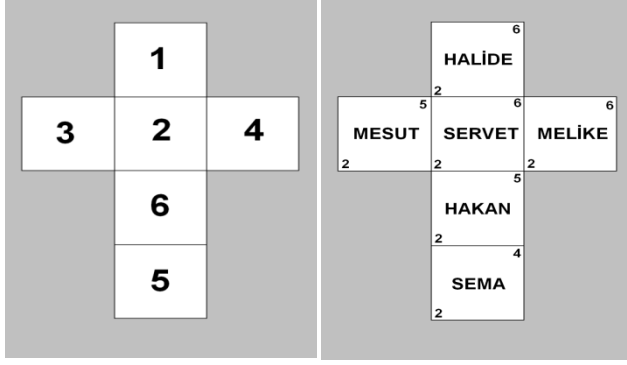
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel teoriler ve kanunlar

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Bir adet küp

Aktivitenin Uygulanması

1. Aktivitenin ilk bölümü için hazırlanmış olan küpler öğrencilerin çalıştıkları masalar üzerine bırakılır.
2. Öğrencilerin küplerin yerini değiştirmemeleri, arkalarını çevirmemeleri, oldukları yerden hareket ettirmemeleri istenir.
3. Öğrencilere küpün tabanındaki sayının kaç olduğu sorulur.
4. Öğrencilerden tahminlerini yaparken hangi kanıtlardan yola çıktıkları ve ne tip çalışmalarla sonuca vardıklarını açıklamaları istenir. Bu süreçte öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanması sağlanır.
5. Aktivitenin son bölümünde öğrencilere “küpün tabanındaki sayının kaç olduğunu kesin olarak bilebilir miyiz?” sorusu yöneltilir.
6. Bilim adamlarının yapmış olduğu çalışmalarda da sonuçları kesin olarak bilemeyecekleri ifade edilerek bilimsel bilginin değişebilirliği vurgulanır.
7. Aktivitenin ikinci bölümünde ise öğrencilerin numaralar ve isimler arasında nasıl bir eşleştirme yapılmış olabileceğini açıklamaları istenir.
8. Öğrencilerin vermiş oldukları cevapları formüle ederek bu sonuca nasıl vardıklarını açıklamaları istenir.
9. Öğrencilerin tahminlerini hangi kanıtlardan yola çıkarak yaptıkları ve tahminlerini ne tip çalışmalarla yaptıklarını açıklamaları istenir. Bu süreçte öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanması sağlanır.
10. Aktivitenin son bölümünde öğrencilere “küpün tabanındaki sayının kaç olacağını kesin olarak bilebilir miyiz?” sorusu yöneltilir. Bilim adamlarının yapmış olduğu çalışmalarda da sonuçları kesin olarak bilemeyecekleri ifade edilir ve bilimsel bilginin değişebileceği vurgulanır.



3. Ders: Süt Çiçekleri

Aktivite üç basamakta gerçekleştirilmektedir. Aktivitede öğrencilere bir tabak içerisinde süt verilir ve sütün kenar kısımlarına dört damla kırmızı mürekkep; ortasına ise sıvı deterjan damlatılır. Bu aktivitede öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştirilmesinin yanı sıra, bilimsel işlem becerilerinin de kazandırılmasını sağlamak amacıyla aktivite üç basamakta gerçekleştirilmektedir. Aktivitede ilk olarak tüm gruplara tek çeşit süt ve tek çeşit deterjan; ikinci olarak tek çeşit süt ve farklı çeşit deterjan; son olarak farklı çeşit süt ve tek çeşit deterjan verilir. Öğrencilerden aktiviteyi yaparken her defasında ne olduğunu gözlemlenmeleri ve gözlemlenen bu olayın nedenlerine ilişkin açıklama yapmaları istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel teoriler ve kanunlar

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Farklı türlerde süt ve deterjan, gıda boyalı su veya mürekkep, plastik bir kap, damlalık

Aktivitenin Uygulanması

1. Her gruba kap içerisinde tek bir çeşit süt verilir.
2. Öğrencilere mürekkepin süte damlatıldığı zaman süt içinde nasıl davranacağı sorusu sorulur.
3. Öğrencilerin süte damlalık yardımıyla dört damla mürekkep damlatmaları, ne olduğunu gözlemlenmeleri ve yorumlamaları istenir.
4. Bunun ardından öğrencilerin damlalık yardımıyla sütün tam ortasına bir damla deterjan damlatmaları ve gözlemlenmeleri istenir.
5. Öğrencilere ne olduğu ve neden bu şekilde bir sonuç elde edildiği sorusu sorulur.
6. Bu süreçte öğrencilere sonuçlara nasıl ulaştıkları, verileri nasıl topladıkları, ne tip gözlemler yaptıkları ve gözlemleri ile sonuçları arasında bir ilişki olup olmadığını sorular sorularak gözlem-sonuç-çıkarma arasındaki ilişkinin kavratılması sağlanır.
7. Etkinlik farklı türlerdeki süt ve deterjanla tekrarlanır. Yapılan her bir etkinlikte öğrencilerin tahminde bulunması, veri toplaması ve sonuçları yorumlaması istenir.
8. Öğrencilere aynı verilere sahip olmalarına rağmen, neden farklı cevaplar verdikleri; bilimsel çalışmalarda da bu tip sonuçların elde edilip edilemeyeceği sorusu sorularak bilimsel bilginin öznellik boyutu üzerine odaklanılmıştır.
9. Öğrencilere her bir etkinliğin sonucuna nasıl ulaştıkları sorusu sorulur. Bilimde deneyin rolü üzerine odaklanılarak bilimsel bilginin deneysel doğası tartışılır.



Şekil 1



Şekil 2



Şekil 3

4. Ders: Genç mi? Yaşlı mı?- Yaşlanan Öğretmen

Aktivitede iki ayrı etkinlik bir arada uygulanmaktadır. İlk olarak öğrencilere farklı açılardan bakıldığında iki ayrı şekilde görünen bir resim gösterilir ve öğrencilerin ne gördüklerini açıklamaları istenir.

Aktivitenin ikinci kısmında öğrencilere ilk figürlerde insan yüzü şeklinde görünen ancak, figürler ilerledikçe oturan bir kadın resmine dönüşen ve sekiz ayrı figürden oluşan resim dağıtılır. Öğrencilere figürlerin, bir öğretmenin gençliğinden yaşlılığına kadar geçen süreç olduğu ifade edilir ve figürleri dikkatli bir şekilde incelemeleri zaman ilerledikçe öğretmenin yüzünde nasıl değişiklikler olduğunu açıklamaları istenir. Öğrencilerin yapmış oldukları açıklamalardan sonra resimleri tekrar incelemeleri ve figürlerde yaşlanan bir öğretmenin yüzünden başka her hangi bir şey görüp görmediklerini belirtmeleri istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği

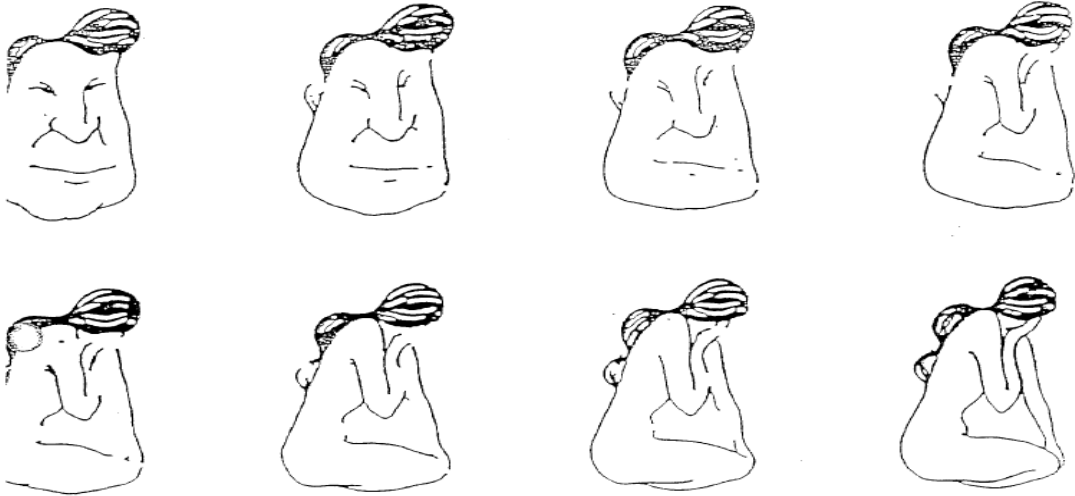
Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Farklı şekillerde resimler

Aktivitenin Uygulanması

1. Öğrencilere ilk olarak genç ve yaşlı bir kadının yer aldığı resim dağıtılarak bu resmi incelemeleri istenir.
2. Öğrencilere resimde ne gördüklerini açıklamaları istenir.
3. Alınan cevaplar doğrultusunda öğrencilere aynı resme bakmalarına rağmen neden farklı açıklamalar da buldukları sorusu sorulur ve bilimsel bilginin öznellik boyutu üzerine vurgu yapılır.
4. Ayrıca öğrencilere resimde ne gördüklerine nasıl karar verdikleri sorusu sorularak gözlem-sonuç çıkarma arasındaki ilişki üzerine odaklanılır.
5. Aktivitenin ikinci bölümünde öğrencilere “yaşlanan öğretmen” resmi dağıtılır.
6. Resimdeki her bir figür ayrı ayrı dağıtılarak öğrencilerin bu resimleri incelemeleri istenir.
7. Öğrencilerden resimler ilerledikçe ne gördüklerini açıklamaları istenir.

8. Alınan yorumların ardından öğrencilere resimlerde yaşanan bir öğretmenin yüzünden başka her hangi bir şey görüp görmedikleri sorulur.
9. Öğrencilere aynı resimleri incelemelerine rağmen neden farklı düşündükleri, bu şekilde düşünmelerinde yaşamış oldukları toplumun, sahip oldukları kültürün etkisinin olup olmadığı sorusu sorularak bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası üzerine vurgu yapılır.
10. Bilim adamlarının da ellerindeki verilerin birbiriyle aynı olmasına rağmen farklı yorumlamalarda buldukları vurgulanarak bilimsel bilginin öznellik boyutu üzerine odaklanılır.
11. Ayrıca öğrencilere verileri belli bir perspektiften açıklamaları istendiği zaman, nasıl açıkladıkları sorusu sorularak bir olaya ön yargıyla yaklaşılmasının o olaya ilişkin düşüncelerin ortaya çıkmasına nasıl etki ettiği tartışılır.
12. Ayrıca öğrencilere gösterilen resimlerde ki ayrımı fark edip etmedikleri, fark ettilerse ne zaman fark ettikleri gibi sorular sorularak tartışmaları sağlanır.





5. Ders: Tüpler

Aktivitede öğrencilere kâğıt rulolar kullanılarak hazırlanmış olan model gösterilir. Modelin çalışma şekli öğrencilere gösterildikten sonra modelin iç yapısının nasıl olabileceği sorusu öğrencilere yöneltilir ve tahminde bulunmaları istenmiştir. Öğrencilerin yapmış oldukları tahminler sınıfta tartışıldıktan sonra, araştırmacı tarafından önceden temin edilmiş olan rulolar her bir gruba verilmiş ve öğrencilerin gösterilen modele benzer bir model tasarımları istenir. Bu süreçte öğrencilerin yapmış oldukları gözlemlere bağlı olarak oluşturdukları modellerin benzerlik ve farklılıkları tartışılır.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

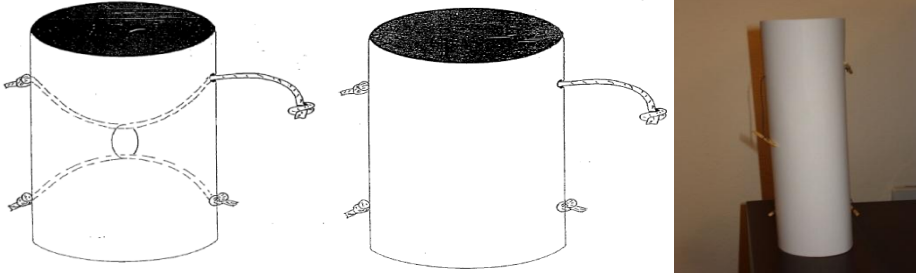
Kağıt rulo, ip, makas, delik açıcı, yapıştırıcı, kibrit

Aktivitenin Uygulanması

1. Hazırlanan model, iç yapısı görülmeyecek şekilde öğrencilere gösterilir.
2. Öğrencilerin model üzerindeki ipleri detaylı bir şekilde incelemeleri istenir.
3. İp farklı yönlerde çekilir ve öğrencilerden ne olduğunu gözlemlenmelerini istenir.
4. Öğrenciler ipin çalışma sistemini anladıklarını ve bu olayı açıklamak için yeterli veri topladıklarını ifade edene kadar ip farklı şekillerde çekilmeye devam edilir.

5. Bu süreçte öğrencilerin tüpün içinde nasıl bir mekanizma olabileceğini tahmin etmelerini isterim.
6. Öğrencilere ipin bu şekildeki hareketine neyin sebep olabileceği sorusu yöneltilir. Ayrıca öğrencilere modelin iç yapısını görmemelerine rağmen nasıl tahminde bulduklarını, bu süreçte ne tip verileri kullandıklarını gibi sorular sorularak gözlem ve sonuç çıkarma ilişkisi üzerine odaklanılır.
7. Alınan tahminlerin ardından öğrencilerin gösterilen modeldekine benzer bir model oluşturmaları istenir.
8. Modeller oluşturulduktan sonra, hazırlanan modellerin benzerlik ve farklılıkları tartışılır. Hangi modelin, gösterilen modele en yakın model olduğu sorusu sorulur. Bu süreçte ortaya atılan tüm fikirlerin doğru olabileceği üzerine odaklanılır. Ayrıca oluşturulan modellerin kişiden kişiye neden farklı olduğu sorusu sorularak bilimsel bilginin öznellik boyutu vurgulanır.
9. Öğrencilere oluşturdukları modelleri nasıl hazırladıklarını, bu süreçte neyi düşünerek modelleri tasarladıklarını sorusu sorulur ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası vurgulanır.
10. Öğrencilere sadece gözlem yaparak modelin benzerini oluşturup oluşturamadıklarını sorulur. En yakın modeli oluşturmak için ne tip çalışmalar yaptıklarını üzerine odaklanılarak; bilimde sadece gözlemlerin yeterli olmadığı deneysel verilerin de sonuçları elde etmedeki önemi üzerine odaklanılır.
11. Oluşturulan modellerin birbirinin aynısı olmasının zor olduğu, gerçek yaşamdaki olaylarla kurulan modeller arasında sadece benzerlik olduğu ve bu modellerin aynısının yapılamayacağı ifade edilir. Doğada ki olayların değişim içinde olduğu ve buna bağlı olarak bizim oluşturacağımız modellerin de zaman içerisinde değişeceği belirtilerek; bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerine odaklanılır.
12. Ayrıca öğrencilere modeli kurarken kendinizi bilim adamı gibi hissettiniz mi? Sizce bir bilim adamı da sizin çalıştığınıza benzer şekilde mi çalışır? Bilimsel çalışmalarda deney yapılmadan sonuca ulaşmamız mümkün müdür? Anket, gözlem, görüşme çalışmaları bilimsel çalışmalar mıdır? Bilim nedir? Bilim adamı kimdir? Bilim dallarına örnek verir misiniz? Her bilim dalında deney

yapılır mı? Din bir bilim midir? Matematik felsefe, tarih gibi bilim dallarında çalışmalar nasıl yapılmaktadır? gibi sorular yöneltilecek tartışmaları sağlar.



6. Ders: Yüzer mi? Batar mı?

Aktivitede ilk olarak öğrencilerin kabuklu ve kabuksuz bir portakalın suda nasıl davranacağını tahmin etmeleri istenmektedir. Yapılan tahminlerden sonra her bir gruba geniş bir kap içerisinde su, kabuklu ve kabuksuz bir portakal verilerek, portakalların suda nasıl davrandıklarını gözlemlemeleri istenir. Öğrenciler aktiviteyi uyguladıktan sonra tahminlerinin doğru olup olmadığı, portakalların suda neden farklı şekillerde davrandığı, suya kabuklu ve kabuksuz bir muz atılırsa veya su yerine farklı sıvılar kullanılırsa portakalın nasıl davranacağını tahmin etmeleri istenir. Ayrıca aktivitede öğrencilerin sorulan sorulara yanıt bulmak amacıyla ne tip çalışmalar yaptıkları, aktiviteyi uygularken kendilerini bilim adamı gibi hissedip hissetmedikleri, bilim adamlarının sonuca ulaşmak amacıyla ne tip çalışmalar yaptıkları gibi sorular sorularak bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi üzerine vurgu yapılmıştır.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Kabuklu ve kabuksuz portakal, leğen, su

Aktivitenin Uygulanması

1. Leğen su ile doldurulur.
2. Suyun içine birer adet kabuklu ve kabuksuz portakal atıldığında portakalların nasıl davranacağı, sorusu öğrencilere sorulur ve öğrencilerin tahminde bulunmaları istenir.

3. Alınan tahminlerden sonra öğrencilerin neden bu şekilde düşündüklerini açıklamaları istenir.
4. Yapılan açıklamaların ardından kabuklu ve kabuksuz portakallar su içerisine atılır ve öğrencilerden ne olacağını gözlemlenmeleri istenir.
5. Yapılan gözlemin ardından öğrencilerin tahminleri ile bulmuş oldukları sonucu karşılaştırmaları istenir.
6. Öğrencilere ulaşılmış oldukları sonuçları ne tip verilerle destekledikleri sorusu sorularak gözlem, veri toplama ve sonuç çıkarma arasındaki ilişki kurulur.

7. Ders: Hipotez Kutuları

Aktivitenin uygulanması amacıyla önceden hazırlanmış bir model sınıfa getirilerek gösterilir. Model, karton bir kutunun içerisine huni ve lastik hortum kullanılarak hazırlanmış bir düzenekten oluşmaktadır. Öğrencilerin düzeneğin iç yüzünü görmeden, yalnızca dış yüzünü gözlemleyerek kutuyu incelemesi istenir. Öğrenciler kutuyu inceledikten sonra, kutunun üst kısmındaki huniden içeri bir beher yardımıyla renksiz bir sıvı dökülür ve öğrencilerden ne olacağını gözlemlenmeleri istenir. Aktivitede öğrenciler kutunun tabanında yer alan hortumdan farklı renkte sıvılar çıktığını gözlemlemişlerdir. Aktivitenin sonunda öğrencilere, kutunun üstünde yer alan huniden içeri renksiz bir sıvı dökülmüş olmasına rağmen neden farklı renklerde sıvılar elde edildiği sorusu sorularak tartışılmıştır.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği

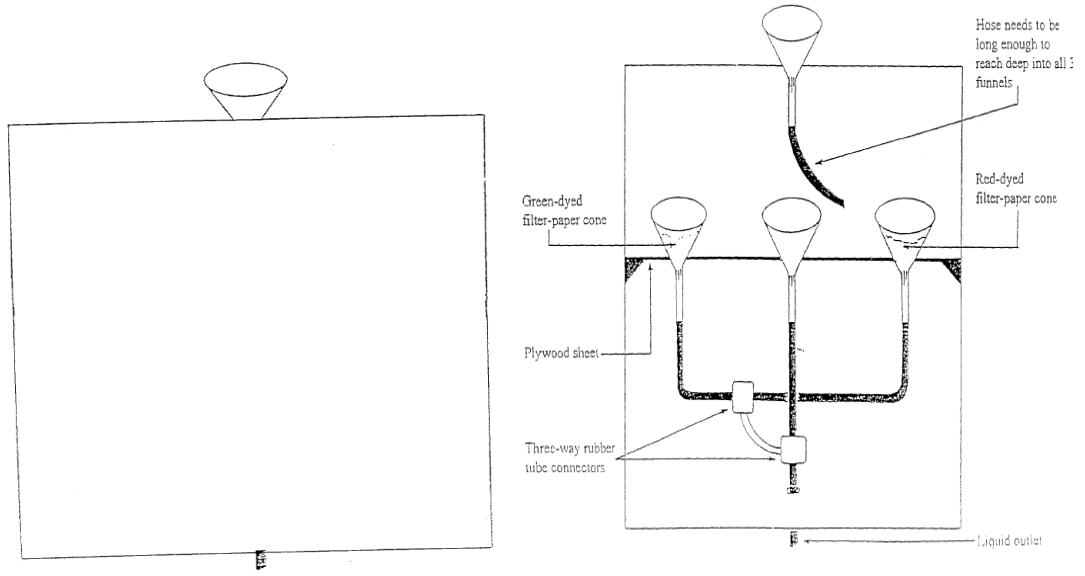
Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Karton kutu, lastik boru, 4 adet huni, 2 adet beher, süzgeç kağıdı, su, farklı renkte sıvılar, bağlantı amacıyla kullanmak için tıpa

Aktivitenin Uygulanması

1. Şekilde gösterilen model hazırlanır.
2. Öğrencilerin, hazırlanan modeli içi görünmeyecek şekilde incelemesi istenir.

3. Öğrencilerden ne gördüklerini açıklamaları ve kutunun içinde ne olabileceğini tahmin etmeleri istenir.
4. Modelin üst kısmında yer alan huniden içeri birbeher yardımıyla renksiz bir sıvı dökülür ve öğrencilerin ne olduğunu gözlemlemesi istenir.
5. Kutunun dış kısmında yer alan lastik borudan farklı renkte bir sıvının çıktığı gözlemlenir ve öğrencilere neden bu şekilde bir sonuç elde edildiği sorusu sorulur.
6. Tahminler alındıktan sonra, öğrencilere bu sonuca nasıl vardıkları sorusu sorulur ve bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi üzerine odaklanılır.
7. Öğrencilere benzer bir modeli nasıl kuracakları sorusu sorularak, bu olayın nasıl gerçekleştiğini açıklayacak farklı modeller tasarlamaları istenir.
8. Öğrencilerin tasarlamış oldukları modelleri tahtaya çizerek açıklamaları istenir.
9. Öğrencilere tasarlamış oldukları modellerin neden farklı olduğu, en doğru modelin hangisi olabileceği, en doğru modeli kurmak amacıyla ne tip çalışmaların yapılması gerektiği, modelin içindeki düzeneği nasıl tahmin ettikleri, bu süreçte hayal güçlerini kullanıp kullanmadıkları soruları sorularak bilimsel bilginin nesnelliği, deneysel doğası ve yaratıcı doğası üzerine odaklanılır.
10. Ayrıca öğrencilere kurmuş oldukları modellerin gösterilen modelle tıpa tıpa aynı olup olmadığı, aynı modeli kurup kuramayacakları, dünyanın farklı yerlerinde çalışan bilim adamlarının da aynı sonuçlara ulaşip ulaşamayacağı soruları sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası vurgulanır.



8. Ders: Yaşamın Bir Parçası

Aktivite iki ayrı bölümde uygulanmıştır. Aktivitenin ilk bölümünde öğrencilere, içeriğinde her hangi bir olay veya nesnenin anlatıldığı bir metin verilmekte ve öğrencilerin metnin içeriğinde hangi konudan bahsedildiğini açıklamaları istenmektedir. Aktivitede öğrencilere ilk olarak hazırlanan metin dağıtılır ve her bir öğrencinin metni okuması istenir. Bu sürecin ardından öğrencilerin metinde yer alan konuya ilişkin tahminde bulunması istenir. Aktivitenin ikinci bölümünde öğrencilere bir resim gösterilir ve öğrencilerin resimde ne gördüklerini açıklamaları istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimin deneysel doğası

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

Yazılı metin ve resim

Aktivitenin Uygulanması

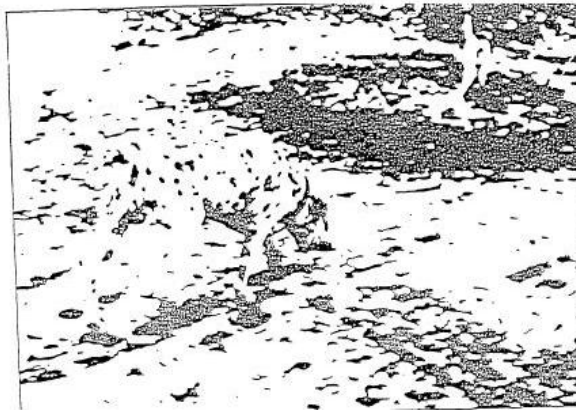
1. Aktivitenin ilk bölümünde öğrencilere aşağıda yer alan “Yıllardır yaptığımız işlerden biridir!!!” isimli yazılı metin verilir ve metinden ne anladıkları, metnin içeriğinde hangi konudan söz edilebileceği sorulur.
2. Alınan cevaplar doğrultusunda öğrencilere neden farklı cevaplar verdikleri sorusu sorulur. Aktivitedeki amaç bilim insanlarının sadece veri toplayarak sonuca varamayacaklarını fark etmelerini sağlamaktır. Veri toplamanın yanı sıra kişilerin sahip olduğu deneyim, bilgi, sosyal çevre ve kültür gibi özelliklerinin verilen kararları veya varılan sonuçları nasıl etkilediği tartışılır. Böylece bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası boyutu kavratılmaya çalışılır.
3. Ayrıca yapılan tahminlerin neden farklı olduğu tartışılarak bilimsel bilginin nesnelliği üzerine odaklanılır. Ayrıca aktivitede öğrencilere bilimsel bilginin gözlem yaparak, veri toplayarak ve sonuç çıkararak elde edildiği bu süreçte hayal gücünün de etkili olduğu kavratılmaya çalışılır.
4. Aktivitenin ikinci bölümünde öğrencilere “Resimde ne var?” başlığına yer alan resim verilir ve bu resimde ne gördüklerine ilişkin tahminde bulunmaları istenir.
5. Alınan tahminlerin ardından resimde bir köpek yer aldığını ve öğrencilerin bunu görüp görmediğini sorulur.
6. Öğrencilere, resimde ne gördüklerine ilişkin karar verirken verilerini ne tip yollarla topladıkları sorusunu sorarak bilimde gözlem sonuç çıkarma ilişkisi üzerine odaklanılır.

7. Ayrıca öğrencilerin resimde gördüklerine ilişkin açıklamalarını nasıl yaptıklarını, neden farklı şeyler görmüş oldukları tartışılarak bilimsel bilginin nesnelliği üzerine odaklanılır.
8. Son olarak öğrencilerin görmüş oldukları nesneye ilişkin farklı açıklamalarda bulunmalarının nedenlerinin nelere bağlı olabileceği sorusu sorularak bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası üzerine odaklanılır.

YILLARDIR YAPTIĞIMIZ İŞLERDEN BİRİDİR!!!

Yıllardır yaptığımız işlerden biridir. Prosedürü ise çok basit. Önce sınıflıyor sonrada yerleştiriyoruz. Ama bu süreçte bize yardımcı önemli bir araç bulunmakta. Geçmiş zamanlardan günümüze kadar pek çok çeşidi yapıldı bu aracın. Rengi değişti, tipi değişti, modeli değişti... kısacası ne buldularsa değiştirdiler...Aslına bakarsanız bu değişikliklerin faydası oldukça tartışılır. Son dönemlerde artık havayla çalışanını ürettiler. Her zevke, her isteğe uygun bir model bulmak artık çok kolay. Gelin görün ki her şey bu kadar ilerlemesine rağmen özellikle bayanlar eskisi kadar memnun değil bu işten. Kalitenin düştüğüne inanıyorlar. Bu aracın yaşamımızı kolaylaştırdığı tartışılmaz elbette. Hem harcanan zamanı hem de emeği azalttı. Özellikle erkekler için büyük bir kolaylık sağladı bu araç. Onlar için belki de en önemli sorun sınıflama yapmak. Aynı türden olanları ayırmak, rengine göre sınıflamak onlar için oldukça zor bir iş. Olurda sınıflamayı yapamazlarsa işte o zaman en sevdikleri şeylere veda etmek ve tekrar para harcamak zorunda kalabilirler. Yıllardır yapıyoruz bu işi. Sınıflıyoruz, yerleştiriyoruz ve tekrar bu işe baştan başlıyoruz. İşte bu yaşamın bir parçası... Yıllardır yaptığımız bir iş ve bu süreçte bize yardımcı bir araç....

RESİMDE NE VAR?



EK 5. DENEY II GRUBU DERS PLANI

1.Ders: Modern Kimyanın Doğuşu ve Kütlenin Korunumu Kanunu

Birinci derste modern kimyanın doğuşu ve kütlenin korunumu kanunu işlenmiştir. Buna göre derste; modern kimyanın doğuşunun gecikme nedenleri, 4. yy.da Aristoteles'in madde sınıflandırması,Becher ve Stahi'nin yanma teorisi (Phlogiston teorisi),1783 yılında Lavoisier'in yanma olayı ile ilgili açıklaması,Joseph Black'in "sabit havayı" bulması (CO₂), Henry Cavendish'in "tutuşan havayı" bulması (H₂),1774 yılında Joseph Priestley'in yeni bir "hava" bulması(O₂), 1774 yılında Priestley ve Lavoisier'in karşılaşarak bilgilerini birbirleriyle paylaşması,1777 yılında Lavoisier'in deneyler sonucunda bulduğu bilgi doğrultusunda oksijenin yanma olayındaki etkisiyle ilgili açıklama yapması,1783'te suyun bileşiminin bulunması,Lavoisier'in kütlenin korunduğunu ispatlamak amacıyla 100 gün süresince yapılan deneyin anlatılması ve deney verilerine bağlı olarak kütlenin korunduğunu ispatlaması; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel teoriler ve kanunlar
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Dersin İşlenmesi

Modern kimyanın doğuşu ve kütlenin korunumu kanununun anlatıldığı ilk derste 17. yy.da ortaya çıkan bir teorinin yanlış olmasına rağmen neden kabul gördüğü sorusu sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası üzerine odaklanılır. Ayrıca bilim adamlarının yaptıkları çalışmalarda verilerini nasıl topladıkları tartışılır; bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi ve bilimsel bilginin deneysel doğası üzerine vurgu yapılır. Oksijen ve benzeri gazlar bulunurken bilim adamlarının ne tip çalışmalar yaptıkları, bu amaçla deneysel verileri mi yoksa gözlem sonuçlarını mı kullandıkları konusu tartışılır; bilimde sadece deneysel veriler kullanılarak veya gözlem yapılarak

sonuca ulaşamayacağı, bazen salt gözlemlerle bazense gözlemler ve deneysel kanıtların bir arada kullanılmasıyla sonuca ulaşıldığı belirtilir. Ayrıca bilim adamlarının aynı olaya ilişkin farklı açıklamalar yapmalarının nedenleri üzerine konuşularak, bilimde öznellik boyutu vurgulanır ve verilen kararlarda sosyal-kültürel değerlerin etkisinin olup olmadığı tartışılır. Phlogiston teoreminden yola çıkılarak neden kanun değil de teori dendiği sorusu sorulur, teori ve kanun arasındaki ilişki tartışılır. Ayrıca bilim adamlarının yaptıkları çalışmalarda birbirleriyle fikirlerini paylaştıkları, bazı durumlarda birbirlerini fikirlerinden etkilendikleri belirtilir. Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- 17 yy.da ortaya atılan bir teori yanlış olmasına rağmen neden bir yüz yıl boyunca kabul edilmiştir?
- Bilim adamları teorinin yetersiz kaldığı sonucuna nasıl varırlar?
- Bilim adamları teorinin doğru olduğu sonucuna nasıl varırlar?
- Bilim adamları ne çalışmalarla verilerini toplar?
- Bilim adamları ne tip çalışmalar yaparak verilerini kanıtlayabilir?
- Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda sadece gözlemlerini mi kullanırlar? Yoksa sonuca varmak için farklı çalışmalarda yaparlar mı?
- Bilim adamları çalışmalarının her bölümünde deney yaparlar mı?
- Teori ve kanun nedir? Teori kanuna dönüşür mü?
- Kanun tek başına ortaya çıkabilir mi?
- 17. yy.dan sonra teorinin yanlış olduğunu ne tip çalışmalarla bulmuş olabilirler?
- Teoriler neden değişir?
- Hipotez nedir? Hipotez değişir mi? Bilim adamı var olan hipotezi değiştireceğine nasıl karar verir?
- Bilim adamlarının yapmış oldukları çalışmaları çevresi, sosyal yaşantısı, kültürü etkiler mi?
- Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda sonuca ulaşamadıkları zaman ne yaparlar?
- Yapmış olduğunuz çalışmalarda size sorduğumuz sorulara cevap verirken önce tek başınıza sonra birlikte düşünüyorsunuz. Bu süreçte arkadaşlarınızla

yapmış olduğunuz çalışmalar sizin fikirlerinizi etkiliyor mu? Kendi fikrinizi değiştirip arkadaşınızın fikrini kabul ediyor musunuz? Böyle bir durumda arkadaşınızın sunduğu fikri doğrudan kabul eder misiniz? Bu fikri kabul etmeniz için kendinizce beklentileriniz nelerdir?

- Bilim adamları da sizin yapmış olduğunuz çalışmalara benzer şekilde çalışırlar mı? Bilim adamları birbirlerinin fikirlerinden etkilenir mi?
- Bilim adamları buldukları sonuçları değiştirirler mi? Bilimde bulunan sonuçlar sürekli olarak değişir mi?
- Bilim adamları bulmuş oldukları sonuçları neden değiştirirler? Bu süreçte teknolojinin katkısı var mıdır?
- Bilim adamları aynı verilerle ilgilenmelerine rağmen ulaştıkları sonuçlar veya yorumlar neden birbirlerinden farklıdır?

2.Ders:Sabit Oranlar Kanunu-Katlı Oranlar Kanunu

İkinci derste sabit oranlar kanunu ve katlı oranlar kanunu işlenmiştir. Buna göre derste; Proust'un 1799-1806 yıllarında yapmış olduğu çalışmalar,Proust'un yapmış olduğu çalışmalar sonucunda maddenin bileşimindeki elementlerin bileşimiyle ilgili açıklama yapması, Proust'un kimyasal türlerin bileşiminin değişmez olduğunu deneyle kanıtlaması, uzun süren tartışmalar sonrasında sabit oranlar yasasının kabul edilmesi, 1803 yılında John Dalton'un sabit oranlar yasasını bulması, sabit oranlar yasasının kütlelerin korunumu düşüncesini desteklemesi, her elementin atom adı verilen bölünemeyen tanecikler oluştuğunun bulunması; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel teoriler ve kanunlar
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Dersin İşlenmesi

Derse Proust'un çalışmalarında ne tip veri toplama yöntemleri kullanmış olabileceği sorusu sorularak derse başlanır. Proust'un çalışmalarında daha çok

deneysel verileri mi yoksa gözlemleri mi kullanmış olabileceği sorusu sorularak bilimsel bilginin deneye dayalı doğası ile bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi üzerine odaklanılır. Ayrıca öğrencilere Proust'un yapmış olduğu çalışmaların sonuçlarına salt gözlemleri veya deney sonuçlarına göre mi karar verdiği; bu süreçte hayal gücü ve yaratıcılığını kullanıp kullanmadığı sorusu sorularak tartışılır. Ayrıca deneysel verilere rağmen sabit oranlar yasasının bilim adamları tarafından neden kabul görmediği, bilim adamlarının kişisel düşüncelerinin bu süreçte etkili olup olmadığı vurgulanır. Bilim adamlarının düşüncelerinde ve kararlarında sosyal ve kültürel çevrelerinin etkisinin olup olmadığı, çevrelerinin karar verme süreçlerini nasıl etkilediği ile ilgili tartışma yapılır. Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- Proust yapmış olduğu çalışmaların sonucuna nasıl ulaşmıştır?
- Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda verilerini hangi yollarla toplarlar?
- Bilimde tahmin var mıdır? Tahminler ulaşılan sonuçları etkiler mi?
- Yasa nedir? Kuram nedir? İki kavram arasında bir ilişki var mıdır?
- Bilim adamları ellerindeki verileri nasıl kanıtlar?
- Bilim adamları yapmış oldukları çalışmalarda hayal güçleri ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?
- Sabit oranlar yasası deneysel olarak kanıtlandıktan sonra bilim adamları tarafından kabul edilmemesinin nedeni ne olabilir?

3.Ders: Atomun Tarihi Gelişimi

Üçüncü derste atomun tarihi gelişim süreci işlenmiştir. Buna göre derste; Antik ve ortaçağda maddenin sınıflandırılması,Thales, Anaximenes, Heraclitus, Empedocles, Democritus, Aristo'nun madde sınıflaması, Boyle'un kimya alanında yapmış olduğu deneysel çalışmalar,Flogiston teoreminin ortaya atılması ve modern kimyaya geçişin gecikmesi, Lavoisier'in çalışmalarıyla modern kimyanın başlaması,Maddenin yapısının anlaşılması,Maddenin en küçük yapısı ile ilgili araştırma yapılması,Yunanlıların maddenin en küçük yapısı ile ilgili düşünceleri, Demokritus'un maddenin en küçük yapısının atom olarak nitelendirmesi,1800'lü yılların başında yapılan çalışmalarda atom adı verilen parçaların bulunması, 19. yy.ın başında atomun varlığıyla ilgili gözlemlerin, bilimsel

teorilerin ortaya konması, Dalton'un yapmış olduğu deneylerde atomla ilgili ilk deneysel bilgileri elde etmesi, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr'un yapmış oldukları çalışmalar doğrultusunda atomun yapısıyla ilgili edinmiş oldukları bilgiler; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Dersin İşlenmesi

Derse bilim adamlarının maddeyi neden farklı şekillerde sınıflandırdığı sorusu sorularak başlanır. Ardından bilim adamlarının maddenin yapısına ilişkin farklı sınıflandırmalar yapmasının nedeninin ne olabileceği, bu sürece bilim adamının yaşamış olduğu toplumun, çevrenin ve kültürün etkisi tartışılarak, bilimsel bilginin öznellik boyutu ile bilimsel bilginin sosyal-kültürel doğası üzerine odaklanılır. Ayrıca bilim adamlarının madde sınıflandırmasını yaparken ne tip veriler topladıkları, verilerini hangi yollarla topladıkları, varmış oldukları sonuçların salt gözlemlerine mi bağlı olduğu, bu süreçte deneysel verileri kullanıp kullanmadığı soruları sorularak bilimsel bilginin deneysel doğası ile gözlem-sonuç çıkarma arasındaki ilişki tartışılır. Dersin sonunda öğrencilere, yeni bilgilerin bulunmasının bilimsel çalışmalarda değişime neden olup olmayacağı sorusu sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası vurgulanır. Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- Bilim adamları bilimsel çalışmalarına nasıl başladılar?
- İlk çağlarda filozoflar maddeyi sınıflarken neden birbirinden farklı sınıflamalar yapmışlardır?
- Filozofların birbirlerinden farklı sınıflama yapmasında ne tür etkenlerin etkisi olabilir?
- Filozoflar yapmış oldukları sınıflamalarda verilerini hangi yollarla toplamışlardır?

- Bilim adamları maddenin yapısını anlamak için ne tip çalışmalar yapmış olabilirler?
- Bilimsel çalışmalarda sadece gözlem kullanılarak sonuca ulaşılabilir mi?
- Bilimsel çalışmaların sonuçlarının geçerli olabilmesi için deney yapılması gerekli midir?
- Deney yapılmadan elde edilen sonuçlar doğru mudur yoksa yanlış mıdır?
- Her bilim dalında deney yapılması mümkün müdür? Deney yapılamayan bilim dalları var mıdır?
- Bilim nedir? Birkaç bilim dalına örnek verir misiniz?
- Din bir bilim midir?
- Matematik, din, tarih gibi alanlarda bilim adamları verilerini hangi yollarla toplamaktadırlar?
- Yalnızca anket, görüşme ya da gözlem yoluyla yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar bilimsel midir? Bu çalışmalar bilimsel çalışma olarak sınıflandırılabilir mi?
- İlk çağlardan 19. yy. a kadar geçen süre zarfında atomun yapısına ilişkin her hangi bir bilgi bulunamamasının nedeni ne olabilir?
- Bilim adamları atomun yapısıyla ilgili bilgi toplarken verilerini hangi yollarla elde etmiş olabilirler?
- Demokritus atomun ne olduğuna ilişkin örnek verirken neden “elma” örneğini vermiş olabilir? Bu Demokritus’un hayal gücünün bir ürünü müdür?
- Bilimsel çalışmalarda hayal gücü ve yaratıcılığa yer verilmekte midir?
- Demokritus’un maddenin en küçük yapısıyla ilgili ortaya attığı fikre diğer bilim adamları neden inanmamış olabilir?
- Bilim adamlarının bu bilgiye inanmaları için Demokritus’un ne tip çalışmalar yapması gerekmektedir?
- Maddenin veya atomun yapısıyla ilgili yapılan çalışmalarda zaman ilerledikçe yeni bilgilerin bulunması bilimsel bilgiyle ilgili nasıl bir özelliği ortaya koymaktadır?
- Slaytta yer alan resimde ne oluyor olabilir? Resimle ilgili açıklamada bulunurken ilk olarak ne yaptınız? Resimle ilgili neden farklı açıklamalarda buldunuz? Resimle ilgili açıklama yaparken; hayal gücünüzü kullandınız

mi? Bu süreçte sahip olduğunuz bilgiler resme ilişkin yapmış olduğunuz açıklamaları etkilemekte midir?

- Az önce resmi incelerken yapmış olduğunuz çalışmanın benzerini bilim adamları da yapmakta mıdır? Onlar da sizin yaptığınıza benzer çalışmalar mı yaparlar?

4.Ders: Rutherford Aktivitesi

Aktivitede Rutherford'un atom modelini nasıl oluşturduğu ve ne tip denemeler yaparak modeli tasarladığı üzerine odaklanılmaktadır. Aktivitede zeminde bulunan beyaz kâğıdın üzerine; üstü ve yan yüzeyleri kapalı, tabanı ise açık olacak şekilde hazırlanmış karton bir kutu yerden 3 cm yüksekte olacak şekilde yerleştirilir. Kartonun içine öğrenciler tarafından şekli bilinmeyen bir nesne konulur. Öğrencilerden bu nesneye kartonun altında yer alan boşluktan bir misket yardımıyla atış yapmaları ve misketin giriş ve çıkış yolunu zemindeki beyaz kağıt üzerine çizmeleri istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

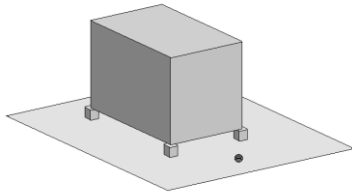
- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel teoriler ve kanunlar
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

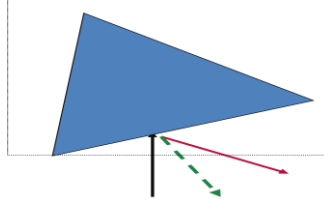
Beyaz kağıt, üstü ve yan yüzeyleri kapalı tabanı açık bir karton kutu, misket, kalem, cetvel, üçgen şeklinde bir nesne

Aktivitenin Uygulanması

1. Aşağıda şekli belirtilen düzenek kurularak öğrencilerin kartonun altındaki boşluktan, içerdeki nesneye doğru birbirinden farklı atışlar yapması istenir.



2. Bu süreçte öğrencilerden misketin gidiş ve geliş yönünü çizmeleri elde ettikleri sonuçlara göre kutunun altındaki nesnenin şekline ilişkin tahminde bulunmaları istenir.



3. Alınan tahminlerin ardından öğrencilere kutunun altında nasıl bir şekil olabileceği, şeklin boyutlarının nasıl olabileceği, şeklin ne olduğuna ilişkin yargıya nasıl vardıkları, bu süreçte ne tip çalışmalar yaptıkları soruları sorularak bilimsel bilginin deneysel doğası ve gözlem-sonuç-çıkarma arasındaki ilişki tartışılır.
4. Alınan cevapların ardından öğrencilere kutunun içini görmeden şeklin ne olduğu konusunda kesin bir yargıya varıp varamayacakları, kutunun altındaki şekle ilişkin tahminde bulunurken neden birbirlerinden farklı tahminlerde buldukları soruları sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası ve bilimsel bilginin nesnelliği üzerine vurgu yapılır.
5. Tartışma sürecinin ardından Rutherford'un atom modelini oluşturmak için altın bir levha ve α parçacıkları kullanarak yapmış olduğu deneye ilişkin şekil gösterilerek; Rutherford'un α taneciklerini altın levhaya gönderdiği, bu süreçte α taneciklerinin izlediği yolu ve geliş-gidiş açılarını belirleyerek deneye ilişkin elde ettiği veriler anlatılmış; öğrencilerden Rutherford'un yaptığı deney ile uygulanan aktivite arasında ilişki kurmalarını istenir. Ayrıca öğrencilerle aktivite ile deney basamakları arasındaki benzerliklerin neler olduğu tartışılır.
6. Aktivite ile deney arasındaki ilişkinin kurulmasının ardından öğrencilere aktiviteyi uygularken kendilerini bilim adamı gibi hissedip hissetmedikleri, aktiviteyi yaparken bilim adamlarının çalışmalarına benzer çalışmalar yapıp yapmadıkları, Rutherford'un ne tip çalışmalar yardımıyla deneyin sonucunu bulduğu, Rutherford'un salt gözlemleri mi yoksa yoksa deneysel çalışmalar yardımıyla mı sonuca vardığı, Rutherford'un atom modelinin neden kabul görmediği, bu atom modelinin neden teori halinde kaldığı, bilim adamlarının

belli bir konuyla ilgili neden farklı açıklamalarda buldukları soruları sorularak bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılmıştır.

5. Ders: Atom Modellerinin Tarihi

Derste atom modellerinin tarihi süreci işlenmiştir. Buna göre derste; ilkçağda atomla ilgili düşünceler, Democritus, Aristo, Robert Boyle, Lavoisier'in bu konuyla ilgili görüşleri, Dalton'un hayatı, çalışmaları ve Dalton Atom teorisi, Thomson'un hayatı, çalışmaları ve Thomson atom modeli, Rutherford'un hayatı, çalışmaları ve Rutherford atom modeli, Bohr'un hayatı, çalışmaları ve Bohr atom modeli, Modern atom teorisi; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Dersin İşlenmesi

Derse bilim adamlarının atomla ilgili düşüncelerinin neler olduğu anlatılarak başlanır. Bu süreçte bilim adamlarının atom ve maddenin yapısına ilişkin neden farklı düşünceler ürettikleri, farklı düşünmelerinin nedeninin neler olabileceği soruları sorularak bilimsel bilginin nesnelliği ile bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası tartışılır. Ayrıca bilim adamlarının atom ve maddenin yapısına ilişkin yargılara ne tip çalışmalar yaparak varmış olabilecekleri tartışılarak bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi üzerine vurgu yapılır. Bilim adamların elementleri ne tip özelliklerine göre sınıflandırmış olabileceği, bu sınıflandırmayı bilimsel bir çalışma sonucunda mı yaptıkları yoksa hayal güçlerinin mi bu süreçte etkili olduğu sorusu sorularak bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanılır. Ayrıca geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalar sonucunda atom modeline ilişkin birçok modelin ortaya atıldığı, gelecek yüz yıllarda yapılacak çalışmalar doğrultusunda benzer değişimlerin olup olmayacağı sorularak bilimsel bilginin değişebilir doğası tartışılır. Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- Milattan önceki zamanlarda yaşayan bilim adamları kâinattaki her şeyin tek bir ana maddeden oluştuğunu düşünmektedirler. O dönemde bilim adamları böyle bir yargıya nasıl varmış olabilirler?
- Bilim adamları ne tip çalışmalar yaparak sonuca ulaşmışlardır?
- Milattan önceki zamanlarda yaşayan bilim adamları kâinattaki her şeyin farklı maddelerden oluştuğunu ileri sürmektedir. Farklı fikirlerin ve düşüncelerin ortaya atılmasının nedeni nedir?
- Bu süreçte bilim adamının içinde yaşadığı çevre veya yaşamış olduğu olaylar onun karar verme sürecini etkilemekte midir?
- Bilimsel alanda yapılan çalışmaların tümü deneysel veriler içermeli midir? Deneyle dayanmayan bir çalışmanın sonuçları güvenilir midir? Değil midir?
- Sadece gözlem sonuçlarına bağlı kalınarak yapılan bilimsel çalışmalar var mıdır?
- Sadece gözlem yoluyla toplanan veriler bizlere doğru sonuçlar verir mi? Bu tip çalışmalar için deneysel çalışmalar diyebilir miyiz?
- Dalton oluşturmuş olduğu atom modeliyle ilgili kesin yargılara nasıl varmıştır?
- Dalton'un atomla ilgili ortaya attığı varsayımlar hayal gücünün bir ürünü olabilir mi?
- Atom modellerinin gelişimini incelediğimizde günümüze kadar pek çok modelin ortaya konduğunu görüyoruz. Gelecek yüz yıllar içinde atomla ilgili farklı sonuçlar bulunabilir mi?
- Farklı sonuçlar bulunduğu takdirde var olan sonuçlar değişir mi?
- Var olan sonuçların değişmesi için ne tip veriler elde edilmeli? Ne tip çalışmalar yapılmalı?
- Bilimsel çalışmalar zaman içinde değişime uğrar mı?
- Element simgeleri nasıl verilmiş olabilir? Elementlere simgeler verirken bilim adamları hayal güçlerini kullanmışlar mıdır?
- Bilim adamları birbirlerinin çalışmalarını etkilerler mi?
- Aynı konuyu aynı yöntemle ve aynı ortamda ele alan bilim adamları aynı sonuca mı ulaşırlar? Ulaşmak zorunda mıdırlar?

- Aynı konuyu, aynı ortamda, farklı yöntemle çalışan bilim adamları aynı sonuca ulaşırlar mı? Ulaşmak zorunda mıdır?

6. Ders: Periyodik Tablo Aktivitesi

Aktivitenin amacı öğrencilere bilim adamlarının periyodik tabloyu nasıl oluşturdukları konusunda bilgi sağlamaktır. Bu amaçla aktivitede öğrencilere dikdörtgen şeklinde hazırlanmış olan kartlar verilir. Kartların üst ve alt tabanlarına farklı sayılar yazılır, iç yüzüne farklı şekiller yerleştirilir (her bir kartta tek bir şekil olmak koşuluyla farklı sayılardaki yıldız ve noktalar), kartın sol üst ve alt kenarına farklı sayıda çentikler atılır; ayrıca kartlar farklı renklerde olacak şekilde boyanır. Aktivitede öğrencilerin gruplar halinde çalışması istenir ve her bir gruba farklı kombinasyonları içerecek şekilde kartlar verilir. Öğrencilerin ilk olarak kartları incelemesi; ardından kendilerine göre organize etmesi istenir. Ayrıca öğrencilere kart destesi içinden bir kartın kaybolduğu ve bu kartın özelliklerine ilişkin her hangi bir bilginin bulunmadığı belirtilir ve öğrencilerin bu kartın özelliklerine ilişkin açıklama yapması istenir.

Aktivitede Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası

Aktivitede Kullanılacak Materyaller

4 adet karton, makas, farklı renkte kalemler, cetvel

Aktivitenin Uygulanması

1. Kartonlar, aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi, her biri aynı boyutta ve dikdörtgen olacak şekilde kesilir.



2. Mümkün olduğu kadar çok sayıda kart hazırlanır.

3. Hazırlanan her bir kart farklı renge boyanır, kartların alt ve üstlerine farklı sayılar yazılır, farklı sayıda çentik atılır ve her bir karta farklı sayıda ve farklı şekilde semboller yerleştirilir.
4. Öğrencilerin grup oluşturması sağlanır. Her bir gruba eşit sayıda kart verilir ve öğrencilerden bu kartları belli bir düzen içinde yerleştirilmeleri istenir.
5. Ayrıca öğrencilere kartlardan birinin eksik olduğu ve bu kartın ne tip özelliklere sahip olabileceği sorusu sorularak tahminde bulunmaları sağlanır.
6. Aktivite uygulandıktan sonra öğrencilere; kartları nasıl organize ettiniz? kartları organize ederken hangi özellikleri göz önünde bulundurdunuz? neden?, birbirinizden farklı organizasyon yapmanızın nedeni nedir?, bilim adamları da aynı veriye ilişkin yorum yaparken farklı sonuçlara ulaşırlar mı? bunun nedeni nedir?, kartları organize ederken grubunuzla yapmış olduğunuz ortak çalışma karar verme sürecinize etki etti mi?, kayıp kartın özellikleri neler olabilir?, kayıp kartın özelliklerine nasıl karar verdiniz?, kartın özelliklerine karar verirken hayal gücünüzü kullandınız mı?, kayıp kartın özelliklerinin ne olduğundan kesin olarak emin olabilir miyiz?, bilimsel çalışmalarda elde edilen sonuçlar kesin midir?, bilimsel çalışmalardan elde edilen sonuçlar değişir mi?, kayıp kartın özelliklerinin ne olduğundan emin olmak için ne tip çalışmalar yapmak gerekir?, bilim adamları çalışmalarını yaparken elde ettiği verilerin doğruluğundan emin olmak için ne tip çalışmalar yapmaktadırlar?; soruları sorularak bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.
7. Aktivitenin sonunda öğrencilere kayıp kart gösterilerek kartın özelliklerinin neler olduğunu görmeleri sağlanır. Öğrencilere kartın özelliklerine ilişkin en yakın ve uzak tahmini kimin yaptığı sorusu sorulur, bilimsel çalışmalarda da bilim adamlarının her zaman doğru sonucu göremedikleri, doğru sonuca ulaşmaları için farklı çalışmalar yapmaları gerektiği üzerine odaklanılır.

7. Ders:Periyodik Cetvelin Tarihi

Derste periyodik cetvelin tarihi süreci işlenmiştir. Buna göre derste; periyodik tablonun oluşturulmasına ilişkin ilk denemeler,Mendeleev'in periyodik tabloya ilişkin yapmış olduğu çalışmalar, Lothar Mayer ve Mendeleev'in yapmış olduğu periyodik tablonun benzerlikleri ve elementlerin sınıflandırılması arasındaki ilişki, Lord Rayleigh'in argon gazını bulması ve periyodik tabloda nereye

yerleştirileceğine ilişkin yapılan çalışmalar, William Ramsey'in, argon gazını klor ile potasyum elementleri arasında bir yere yerleştirilmesi, düşüncesi, Earnest Rutherford'un çekirdek yükünün belirlenebileceği ve çekirdek yükünün atom ağırlığı ile orantılı olduğuna ilişkin yapmış olduğu çalışmalar, A. Van Broek'in yapmış olduğu çalışmayla atom numarasını tanımlaması, 20. yy.ın ortalarında Seaborg'un yapmış olduğu çalışmayla uranyum ötesi elementlerin bulunması, modern periyodik tablonun oluşturulması, modern periyodik tablonun oluşturulmasında Mendeleev'in yapmış olduğu yanlıştın belirlenmesi, Moseley'in yapmış olduğu çalışmalarla mevcut periyodik tablonun oluşturulması, periyodik tablonun özellikleri; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimin sosyal ve kültürel doğası
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası

Dersin İşlenmesi

Derse periyodik tablonun nasıl oluşturulduğuna ilişkin yapılan çalışmalar anlatılarak başlanır. Lothar Mayer ve Mendeleev'in yapmış olduğu periyodik tablonun benzer özellikleri; argon gazının bulması; periyodik cetvelde klor ile potasyum elementleri arasında bir yere yerleştirilmesi düşüncesi anlatılarak periyodik tabloya ilişkin yapılan ilk çalışmalar anlatılır. Bu süreçte bilim adamlarının neden farklı özellikleri göz önüne aldığı sorusu sorularak bilimsel bilginin nesnelliği üzerine odaklanılır. Farklı yorumlamalar yapılmasının nedenlerinin neler olabileceği sorusu sorularak, bu sürece bilim adamının yaşadığı sosyal ve kültürel yaşamın etkisi tartışılır. Periyodik tabloda yer alan elementlerin nasıl sınıflandırıldığı, bu süreçte ne tip çalışmaların yapıldığı, bilim adamlarının salt gözlem verilerine mi yoksa deneysel verilere mi bağlı kalarak sonuca ulaştığı, bu süreçte hayal gücünün etkisi tartışılarak; bilimde gözlem sonuç-çıkarma ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimsel bilginin yaratıcı doğası üzerine odaklanılır. Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- Periyodik tabloda sınıflama yapılırken, neden farklı sınıflamalar yapılmıştır?
- Periyodik tabloya ilişkin yapılan sınıflamaların birbirinden farklı olmasının nedeni ne olabilir?
- Farklı sınıflamaların yapılmış olması bilimsel bilgiye ilişkin ne tip bir sonuç ortaya koymaktadır?
- Farklı sınıflamaların yapılmasına ne tip etkenler etki etmektedir?
- Bilim adamının yaşamış olduğu çevre, sahip olduğu kişisel özellikler, sosyal yaşantısı gibi etkenler bu süreci etkilemekte midir?
- Bilim adamları periyodik cetveldeki elementleri sınıflarken ne tip çalışmalar yapmış olabilirler?
- Bilim adamları elementleri sınıflarken salt gözlem verilerine mi bağlı kalmışlardır? Deneysel çalışmalar yapmışlar mıdır?
- Bilim adamları elementlere ilişkin sınıflamayı yaparken hayal güçleri ve yaratıcılıkları bu sürece etki etmiş midir?
- Newland'ın bulmuş olduğu "oktav" kuralı diğer bilim adamları tarafından neden kabul görmemiştir?
- Bilimsel bir bilginin kabul edilmesi için ne tip çalışmaların yapılması gerekmektedir?
- Bir bilginin kabul görmesi için deney yapılması zorunlu mudur?
- Bir bilim adamı sadece gözlem verilerine bağlı kalarak sonuca ulaşabilir mi?
- Bu tip bir çalışmadan elde edilecek sonuç bilimsel midir?
- Bu tip bir çalışma deneysel bir çalışma olarak kabul edilmekte midir?
- Deney deyince ne anlıyorsunuz?
- Farklı bilim dallarında deneysel çalışmalar yapılmakta mıdır?

8. Ders: Kimyasal Bağların Tarihi

Derste kimyasal bağların tarihi işlenmiştir. Buna göre derste; bağ kavramının ne olduğuna ilişkin ilk düşünceler, M.Ö. 100 yıllarında Asklepiades'in parçacıkları bir arada tutan kuvvetlerin varlığına ilişkin düşünceleri, Lucretius'un bağ kavramına ilişkin düşünceleri, 1803 yılında Dalton'un bileşiklerdeki atomların birbirine bitişik olduğuna ilişkin düşünceleri, 1811 yılında Avogadro'nun önerdiği ve Cannizzaro tarafından geliştirilen molekül kavramının geliştirilmesiyle bağ kavramına ilişkin yeni teorilerin ortaya atılması, Kekule'nin karbon atomunun bağ yapısına ilişkin

ortaya attığı düşünce, Couper tarafından bağlara ilişkin yeni bir terimin ortaya atılması, modern bağ teorisinin oluşumuna ilişkin yapılan çalışmalar,1879 yılında elektronun keşfedilmesiyle birlikte bağ kavramına ilişkin yeni düşüncelerin ortaya konması,1900'lü yıllarda Abegg'in yapmış olduğu çalışmalar ve iyonik bağ kavramının ortaya konması,Kossel ve Lewis'in bağ kavramına ilişkin açıklamaları, bağların gösterimi için Lewis yapısının kabul edilmesi; konuları işlenerek bilimsel bilginin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

Derste Odaklanılan Bilimin Doğası Boyutları

- Bilimde gözlem-sonuç çıkarma ilişkisi
- Bilimsel bilginin deneysel doğası
- Bilimsel bilginin nesnelliği
- Bilimsel bilginin değişebilir doğası
- Bilimsel bilginin yaratıcı doğası
- Bilimsel teoriler ve kanunlar

Dersin İşlenmesi

Derse kimyasal bağ kavramının nasıl ortaya çıktığı, bileşikleri bir arada tutan kuvvetlere ilişkin bilim adamlarının yapmış olduğu açıklamaların neler olduğuna değinilerek başlanır. Bağlara ilişkin yapılan tanımlamaların neden teori halinde kalmadığı sorusu sorularak, bilimsel teori-kanun arasındaki ilişki üzerine odaklanılır. Bağ kavramına ilişkin yapılan tanımlamaların zamanla değiştiği vurgulanarak bilimsel bilginin değişebilir doğası tartışılır. Ayrıca bağların tanımlanması ve en doğru tanımın bulunmasına kadar geçen süreçte bilim adamlarının ne tip çalışmalar yapmış olduğu, sonuçlara deneysel çalışmalarla mı yoksa gözlem verilerine bağlı kalarak mı ulaştıkları üzerine odaklanılır.Ders sürecinde öğrencilere aşağıda yer alan sorular yöneltilerek bilimin doğasına ilişkin boyutlar tartışılır.

- 1803 yılında Dalton'un bağ kavramına ilişkin yapmış olduğu açıklamalar neden tutarlı görülmemiştir?
- Ortaya atılan bir açıklamanın tutarlı olup olmadığına nasıl karar verilir? Bu süreçte ne tip çalışmalar yapılmaktadır?
- Bağlara ilişkin yapılan açıklamalar neden teori halinde kalmıştır?
- Teori nedir? Kanun nedir?
- Kanun nasıl oluşur?

- Teoriler kanun haline mi gelir? Veya bir kanun doğrudan doğruya bağımsız bir şekilde ortaya çıkabilir mi?
- Hipotez nedir?
- Hipotez nasıl kanıtlanır?
- Ortaya atılan görüşlerin kabul görmesi için bir bilim adamı ne tip çalışmalar yapar?
- Hipotezin kabul görmesi için deneysel çalışmalar mı yapılmalıdır?
- Deneysel çalışmalar yapılmadan elde edilen sonuçlar güvenilir sonuçlar mıdır?
- Bir hipoteze ilişkin sonuca varırken salt gözlem verileri karar verme sürecimizde yeterli olur mu?
- Kimyasal bağlara ilişkin farklı bilim adamlarının yapmış olduğu açıklamalar neden kabul görmemiştir?
- Burada bilimsel bilginin özelliklerine ilişkin ne tip bir sonuç elde edilmektedir?
- Farklı bağ kuramlarının ortaya atılması ve kabul görmesi bilimsel bilgiye ilişkin ne tip bir sonuç ortaya koymaktadır?

EK 6. DENEY II GRUBU DERS ÖZETLERİ

1-2. Ders Özeti: Modern Kimyanın Doğuşu ve Kütlenin Korunumu Kanunu Sabit Oranlar Kanunu-Katlı Oranlar Kanunu

17.yy bilimsel devriminin sonuçları arasında en başta astronomi, mekanik ve fizikteki ilerlemeler göze çarpar. Oysa kimya biliminin modern anlamda gelişme yoluna çıkması hemen hemen 18.yy'ın sonlarını beklemiştir. Bu gecikmenin önemli bir nedeni, maddenin yapısına ilişkin eski teorinin hâlâ egemenliğini sürdürmüş olması, bir başka nedeni de, 17. ve 18. yy'larda ortaya çıkan yeni yanma teorisi idi.

Bilindiği gibi, maddenin yapısına ilişkin eski teori antik yunan döneminde ortaya çıkan özellikle M.Ö. IV. yy'da yaşayan Aristoteles tarafından geliştirilen bir teori idi. Bu teoriye göre, dünyayı dolduran ve çevremizde gördüğümüz çok sayıdaki değişik maddeler, toprak, su, hava ve ateş diye belirlenen dört temel elementin değişik oranlarda birleşmesi ile oluşmuştur, örneğin, iki maddeden daha iyi yananı, ötekisine göre ateş elementini daha yüksek oranda içeren maddedir. Aynı şekilde, iki maddeden daha akışkan olanı ötekisine göre su elementini daha yüksek oranda içeren maddedir.

Aynı şekilde, iki maddeden daha akışkan olanı, ötekisine göre su elementini daha yüksek oranda içeren maddedir. İki bin yılı aşkın bu uzun süre boyunca, toprağın, suyun, havanın ve ateşin element olduklarını saptayan hiçbir kanıt yoktu, kuşkusuz. Üstelik tüm maddelerin bu dört temel elementten oluştuğu görüşü de bir iddia olmaktan ileri geçmiyordu. ama öyle de olsa teorinin pek çok olguyu herkesin anlayabileceği bir şekilde açıkladığı da bir gerçektir.

Kimyanın reform yolundaki gecikmesinin diğer nedeni Becher ile Stahi adında iki alman kimyacılarının formüle ettiği yanma teorisiydi. Bu teoriye göre tüm yanan ya da tutuşabilen maddelerde Stahi'nin "Phlogiston"adını verdiği ortak bir yanma ilkesi vardır. Öyle ki madde yandığında phlogiston'un ateş ya da alev biçiminde ortaya çıktığı varsayılıyordu. Bu yanmanın bir çözülme olayı olduğu demektir. Akla yakın bir açıklamaydı bu doğrusu. Sonraki buluşlara dayalı bilgilerimiz olmasa, pek çoğumuz, bir kibrit çakıldığında ya da mum yandığında yanan cisimlerden bir "yanma-maddesi"nin ayrıldığını kolayca kabul ederiz, ilk başta tüm yanma olaylarında böyle bir ayrılma göze çarpmaktadır. Ne varki, "phlogiston"teorisinin bir uygulaması kimyacıları içinden çıkamadıkları, sonunda teorinin yıkılmasına yol açan bir

bunalımın içine iter. Bakır ya da kurşun gibi bir metal yandığında metal niteliğini yitirir, pudramsı bir maddeye dönüşür. O dönemin kimyacıları bu olayı, metal yanan bir maddedir, ısıtıldığında “phlogiston”unu yitirir ve geriye, onların “calx” dedikleri pudramsı artık kalır, diye açıklıyorlardı.Öte yandan, yanma olayında geriye kalan pudramsı artığın, calx’ın metalin yanmadan önceki ağırlığından daha ağır olduğu bilinmekteydi. Ancak bu anlaşılır gibi değildi: Yanan metalden ”phlogiston”denen bir madde ayrıldığı halde geriye kalan “calx” nasıl daha ağır olabilirdi?

“Phlogiston” teorisine bağlı kimyacıardan bir bölümü bu soruyu şöyle yanıtlama yoluna gider;”phlogiston” serbest kaldığında diğer maddeler gibi yer merkezine doğru değil tam tersine gökyüzüne doğru çekilir. Bir başka deyişle, göksel bir nitelikte olan “phlogiston”,deyimi yerindeyse, negatif ağırlık taşımaktadır. Ne var ki, deneyimlerimizin dışında kalan “garip” bir nesnenin varlığını içeren böyle bir açıklama doyurucu olmaktan uzak kalır; çok geçmeden deneyimlerimizle uyumlu daha basit bir açıklama bulunur.

Böylece dört-element teorisi ile “phlogiston” teorisi reddedilinceye dek, modern kimyaya geçilemedi. Bir kilise adamı olan Joseph Priestley, kimya deneycilerinin en büyüklerinden biriydi. Ağustos 1774’te Bowood House {Calne,Wiltshire} ‘da yaptığı en çarpıcı deneylerin biride, yeni bir “hava” bulur. Bu havada bir mum alevi bildiğimiz havada olduğundan çok daha parlak yanar. 1775 Martında bu yeni “hava” üzerinde yürüttüğü deneylerinde [bu deneyleri Londra’da, Mayfair semtinde, Lansdown House’de yapar] bunun bildiğimiz havaya göre daha arı ve solunum için daha iyi olduğunu saptar. Bizim şimdi “oksijen” dediğimiz bu “hava” ile ilgili olarak daha sonra yapılan iki uygulamaya Priestley’in daha o zaman bilindiğini görmekteyiz. Bunlardan biri yeni “hava”nın ateşi daha kuvvetli yakacağı diğeri bazı kötü hastalıklarda akciğerler için çok yararlı olacağıydı. Priestley, solunuma ilişkin denemelerini önce fareler üzerinde, sonra kendi üzerinde gerçekleştirdi ve şöyle: (bu havayı ilk teneffüs etme şerefi farelerle bana aittir.) 1774 güzünde Priestley, Paris’e gider; orada modern kimyanın kurucusu Antoine Laurent Lavoisier’le tanıştı; konuşmaları sırasında ona bulduğu, mum alevini çok daha parlak yakan yeni “havadan söz eder; üstelik onu yanmış cıva veya kurşun artıkları (calx’ları) ‘nı ısıtarakta elde ettiğini de söylemekten geri kalmaz.

1777'deki deneyleri sonunda Lavoisier, yanma, solunum ve kalsinasyon süreçlerinde havanın ancak bir bölümünün (daha ağır bir bölümünün) işe karıştığı; ayrıca, havanın basit bir element değil, iki tür havadan oluştuğu sonucuna ulaşır. Bu havalardan birini solunabilir yanmayı sağlayan, kalsinasyonda metallerle birleşen (kendi deyimiyle "sağlığa elverişli")hava olarak niteler; diğerini yanma ve solunuma yaramayan, kalsinasyonda birleşme özelliği olmayan, kısacası yanmaya ve yaşama elverişsiz (belki de zararlı)hava sayar.

Bu büyük ilerlemelerin hemen ortaya çıkan en önemli bir sonucu, kimya dilindeki bir reform oldu. Kuşkusuz maddelerin eski adlarının maddelerin yapı ya da bileşimiyle bir ilişkisi yoktu; çünkü maddelerin bileşimleri zaten bilinmiyordu, bilinmesine de ne gibi elementlerden oluştukları ortaya çıkarılmadıkça olanak yoktu. Bu nedenle, Robert Boyle'ın 1661'de elementi, "daha basit bir nesneye ayrılamayan bir madde" diye belirleyen tanımını ihtiyatlı bir biçimde uygulayan Lavoisier ilk bakışta daha basit nesnelere ayrılamaz gibi görünen maddeleri element kabul etmek yerine tersi kanıtlanıncaya dek element saymak gerektiğini önerir. Ne tür maddelerin element sayılabileceğini böyle belirledikten sonra, Lavoisier ve onu izleyen diğer Fransız kimyacıları, her maddeye, kimyasal bileşimine uygun bir ad vermeye esas olacak kimyasal bir adlandırma sistemi geliştirmeye koyulurlar. Daha önceleri ad vermede değişik yollar izlenmişti: bir madde adlandırılırken ya fiziksel özelliği, ya hazırlanma biçimi göz önünde tutulur, ya da maddenin bulunduğu yerin veya bulucusunun adını unutturmama amacı güdüldü. Ancak verilen adlar çoğu kez kullanışlı olmadığı gibi, kimi kez de düpedüz saçma olmaktan ileri geçmezdi, örneğin, arsenik ve antimon bileşimleri gibi iki son derecede zehirli maddeye verilen adlar "arsenik yağı" ve "antimon yağı" ydı.

Oysa Lavoisier bir bilim dalında kullanılan dilin bile çözümleyici (analitik) bir araç olmasında ısrarlıydı. Lavoisier'in büyük yapıtı Kimya Bilimine Giriş'in 1789'da Paris'de yayımlanmasıyla kimya devrimi tamamlanır, modern kimya başlamış olur. Yeni düşünceyi Fransız zekasına özgü tüm etkileyici berraklığı ile sergileyen bu kitap hemen İngilizce'ye çevrilir ve 1790'da Kimyanın Elemanları adıyla Edinburgh'da yayımlanır.Bilim tarihindeki yeri bakımından Newton'ın Principia'sıyla aynı düzeyde olan bu kitaptan, yazarın yalın ve ölçülü görüşünü açığa vuran bir tümce almakla yetineceğiz:"Kendimi daima şu kurala bağlı

gördüm.Bilinmeyene attığım her adımda yalnızca bilinenden kalkmak ve doğrudan deney ve gözleme dayanmayan hiçbir sonuç çıkarmamak!”

Çoğu kez, bilimin ya da bilim adamlarının yalnızca gerçeğe ulaşma peşinde olduğu, uygulamaya yönelik sorunlarla, özellikle yaşamın insancıl yanlarıyla ilgilenmediği sanılır.Modern kimyanın kurucusu bu düşüncenin yanlışlığını göstermiştir; onun gözünde en yetkin teori en verimli uygulamaya yol açan teoridir.Bilim, insancıl sorunlara sırt çevirmiş bir uğraş değildir.Yaşadığı dönemin en seçkin kimya bilgini olarak Fransız hükümeti ondan hastane ve hapishane koşullarına ilişkin rapor isteyince, Lavoisier’in temizlik ve havalandırma sorunlarını aşan çok kapsamlı öneriler getirdiğini görürüz.

Antoine – Laurent Lavoisier

Antoine-Laurent Lavoisier Paris’li zengin bir ailenin çocuğu olarak dünyaya gelir. Daha küçük yaşta iken annesini yitiren Lavoisier babasının yakın ilgi ve bakımı ile büyür; başlangıçta belki de onun etkisiyle hukukçu olmaya yönelir. Ancak bu arada uyanan deneysel bilim merakı çok geçmeden bir tutkuya dönüşür.21 yaşına yeni bastığında, Paris’in sokaklarını aydınlatma proje yarışmasında birinciliği alır, Fransız Bilim Akademisi’nce altın madalya ile ödüllendirilir.25 yaşına geldiğinde, özellikle kimya alanındaki çalışmaları göz önüne alınarak Akademi’ye üye seçilir. Bu arada hükümetin özel bir komisyonunda görevlendirilen genç bilim adamı, metrik sistemin oluşturulması, Fransa’nın jeolojik haritasının çıkarılması gibi etkinliklerden tarımda verimin yükseltilmesine uzanan pek çok uygulamalı bilim çalışmalarını düzenler. Ayrıca o sırada bir tür abluka altında olan ülkesini savunma ihtiyacı barutun üretim sorumluluğunu üstlenir. Genç bilim adamı bu kadarla da yetinmez; ileride yaşamını yitirmesine yol açan bir işe, ülkenin bozuk vergi sistemini düzeltme işine el atar. Ama tüm bu uğraşlarına karşılık Lavoisier kendisini asıl ilgilendiren bilimden kopmamamıştır; her fırsatta özel laboratuvarına çekilip deneylerini sürdürmekten geri kalmaz.

Lavoisier’i unutulmaz yapan bir özelliği de nesnelere kimyasal değişimlerini ölçmede gösterdiği olağanüstü duyarlılıktı. Bu özelliği ona “Kütlenin Korunumu Yasası” diye bilinen çok önemli bilimsel bir ilkeyi ortaya koyma olanağı sağlar. Lavoisier kimi kez kendi adıyla da anılan bu ilkeyi şöyle dile getirmişti:“Doğanın tüm işleyişlerinde hiçbir şey yoktan var edilmediği, tüm deneysel dönüşümlerde

maddenin miktar olarak aynı kaldığı, elementlerin tüm bileşimlerinde nicel ve nitel özelliklerini koruduğu gerçeğini tartışılmaz bir aksiyon olarak ortaya sürebiliriz”

Joseph Black (1728-1799)

İskoçyalı fizikçi ve kimyager. Teorik incelemeler yaparak, Lavoisier’in fikirlerini ilk benimseyenlerden biri oldu. Kimya konusundaki çalışmaları özellikle karbon gazı ile ilgilidir. Kendisi bu gazı “sabit hava” diye adlandırdı. Ayrıca kalkerin kireç haline geçmesi olayı üzerinde çalıştı ve bunun ağırlık kaybı sonucunda meydana geldiğini gösterdi.

Flojiston Kuramı ve Kimyada Devrim

Doğa felsefesi 17.yy sonuna doğru tıkanmaya başladığında, doğmakta olan kimya bilimi bundan özellikle etkilenmiştir. Boyle ile 1660 ve 1670 lerde gelişen ingiliz tıp kimyacıları ekolu bir gelenek meydana getiremedikleri gibi, onların başarıları hemen arkadan gelen dönemde layık oldukları ilgiyi göremedi. 1694 yılında yazdığı, 'Eski ve Yeni Öğrenim Üzerine Düşünceler' adlı eserinde William Wotton, o zamanki bilimin gerilemesinden, tıbbi kimyanın en ziyade etkilendiğini belirtmiştir.

17.yy sonunda ingiliz kimya ekolu gerilerken Alman tıp kimyası ekolu canlanmaya başlayarak, flojiston kuramını meydana getirdi. Tıpkimyacıları, kimyasal maddelerin üç öz ve ilkel maddeden meydana geldiğini varsayıyorlardı. Bunlar, alev alma özü olan kükürt; sıvılık ve uçuculuk özü olan civa; sabitlik ve tepkimezlik özü olan tuz idi. Mainz`de bir tıp profesörü olan Joachim Becher (1635-1682) tıp kimyası doktrinini biraz değiştirerek, 1669`da, katı, topraksı maddelerin genellikle üç bileşen içerdiklerini ileri sürdü. Bunlar: ilkin daha önceki dönemin tuz maddesine karşı gelen ve tüm katılarda bulunan belirli bir toprak olan, bir terra lapida; ikincisi, tüm yanabilen maddelerde bulunan ve kükürt özüne karşı gelen, yağlı bir toprak olan, terrapinguis; üçüncüsü de civa özüne karşılık gelen akıcı bir toprak olan bir terra mercualis idi. Becher, yanabilen her maddenin, kükürtlü ve yağlı, terra pinguis içerdiğini ve yanma sırasında, bulunan diğer bileşenlerden ayrılarak kaçtığını ileri sürüyordu.

Yanarak toz haline gelmek, bu durumda, bileşik bir maddenin kendi bileşenlerine, örneğin, en basit halde, kükürtlü terra lapida ve sabit terra lapidaya ayrışması demek oluyordu. Teoriye göre basit cisimler yanamazdı. Zira terra pinguis ve diğer bir toprak içeren maddelerin bileşik olması gerekiyordu. 1703'te Halle

Üniversitesi'nde tıp ve kimya profesörü olan Georg Ernst Stahl(1660-1734) Becher'in terra pinguis dediği nesnenin adını 'Filojiston' olarak değiştirdi.Bu 'ısı hareketi' veya 'ateş hareketi' adını aldığı gibi 'kükürtlü öz' ve 'yağlı öz' olarak da anılıyordu.Yanma sırasında ısı, Flojistonu kaçırınca geride oksit tozu kalıyordu.Flojiston genel olarak,yağlar,odun,odun kömürü ve diğer yakıtlar gibi, tüm yanabilen maddelerde bol miktarda bulunuyordu.Bu cisimler yanınca,flojiston kaçarak ya atmosfere yada demir oksit gibi metali oluşturan ve onunla birleşen bir maddeye geçiyordu.Böyle bir teorinin maddelerin genel olarak bir madde ile bir ruhtan oluştuğunu,ısıtma ile ruhun maaddeden ayrılarak kaçacağını kabul etmesi söz konusuydu. 16.yy'da bazı hallerde ve özellikle metallerin oksitlenmesinde, madde kalıntısı veya kendilerine dendiği gibi 'öü cisimler' ilk başta alınmış olan maddeden daha ağır geliyordu.Biringuccio şöyle bir görüş ileri sürmüştü: "Kurşundan ateş ile sulu ve havasal kısımlar ayrılınca, kendi başına bırakılan ve ölü olan birşey gibi düşer.Yani ağırlığı daha fazla olur.Bu olayın bir benzeri,ölü bir hayvanın vücudunda da görülür;o da canlı olduğu zamana göre daha ağırlaşır.

Aristoteleskozmozolojisindeki hava ve ateş elemanlarına benzer şekilde flojistonun negatif bir ağırlının veya pozitif bir hafifliğinin olduğu gibi bu teorinin içerdiği kavramları flojiston teorisini moda haline getirenStahlam olarak açıklayamadı,fakat kendisinden sonra gelen bazıları teşebbüs ettiler.Flojiston teorisi Güney Fransa ve daha çok Dijon ve Bordeaux'daki bilimsel derneklerde uzun süre tartışıldı ve özellikle Montpellier tıp okulunda etkili oldu.1760 larda Montpellier tıp okulunda profesör olan Gabriel Venel (1723-1775) flojistonun pozitif bir hafifliği olduğunu açıkça belirtti:"Flojiston üzerine Dünyanın merkezine doğru bir çekim yoktur,ama o yükselme eğilimi gösterir.Bundan dolayı metalik oksitlerin oluşumunda ağırlık artarken,bunların indirgenmesinde ağırlık azalması görülür.

17.yy başlarında Helmont,gazları havadan farklı olan ilkel maddeler olarak düşünüyordu, fakat ondan sonra gelenler gazların elementer havanın sadece bazı şekilleri olduğunu varsayıyorlardı.Boyle bunlara 'yapay havalar' adını vermişti.18.yy ortasında Black'sabit hava' adını verdiği ve kimyasal özellikleri ile havadan farklı bir gaz olan maddenin yanı karbondioksitin varlığını kanıtladı.1754'te Black magnezyum karbonatın ısıtıldığı zaman ağırlığının azalarak bol miktarda gazın açığa çıktığını aynı miktarda magnezyum karbonat asit içinde çözüldüğünde de aynı

ağırlığın kaybolduğunu ve aynı gazın açığa çıktığını gözlemledi. Black ısıtmadan sonra geriye kalan magnezyum oksitini magnezyum karbonatın asitlerle verdiği tuzların aynısını verdiği, fakat karbonatlarda olduğunun aksine gaz açığa çıkmadığını belirtti. Üstelik, magnezyum oksitinin asit içindeki eriyiğinin başta magnezyum oksitinin hazırlandığı magnezyum karbonatla ağırlıkça ve bileşikçe özdeş olan soda gibi eriyebilir karbonatlardan oluşan bir tortu verdiğini gösterdi. Bundan şu anlaşılıyordu: Magnezyum karbonat ve genel olarak karbonatlar, magnezyum oksit gibi bir bazla ağır bir gaz olan sabit havanın bileşikleriydi. Isıtılınca karbonatlardan ağırlıksız ve elle tutulamayan flojiston çıkacak yerde belli bir kimyasal madde yani sabit hava çıkıyordu.

1766'da Henry Cavendish seyreltilmiş asitlerin metallere etkisiyle hidrojen veya kendi deyişiyle 'alev alabilen hava'nın elde edilmesi yada kuvvetli sülfürik asitin metallere etkisiyle kükürlü buharlar ile azotlu buharların elde edilmesi konularında bir rapor yayınladı. Bu tür gazları izole etmek için Cavendish başta Hales (1677-1761) olmak üzere daha önce başkaları tarafından kullanıma alınan pinomatik kabı geliştirdi. Suyla doldurduğu bir şişeyi ters çevirerek ağzını suyla dolu bir kaba daldırdıktan sonra içine gaz gönderiyor ve çıkan gaz suyu dışarı iterek içerisini doldurduktan sonra şişenin ağzını sızdırmaz bir şekilde kapatıyordu. Eğer gaz suda eriyorsa Cavendish şişe ve kap içinde su yerine civa kullanıyordu. Bu tekniği çağdaşı olan Joseph Priestley geliştirmişti.

1777' Scheele ilk oksijeni bulan kişi olmasına rağmen havanın ilkel bir madde olamayacağını ileri sürdü, fakat Scheele yine de flojiston teorisine bağlı kalmıştır. Kendi fikrinde ateş havası veya oksijenin görevi yanan maddelerden çıkan flojistonu bağlamaktı. Bağlanabileceği miktar sınırlı olduğu için kapalı bir hacimdeki oksijen flojistona doyunca artık yanmayı desteklemiyordu. Bu sırada Fransa'da Lavoisier geleneksel kimya kuramlarını sistemli olarak eleştirerek oldukça farklı bir yöntemle çalışıyordu. Lavoisier önce 1775'te oksijenin havanın saf kısmı olup bunun havada bulunan kirlerden arınmış olduğunu düşündü, lakin 1777'de Scheele havanın iki gazdan yani yanmayı destekleyen oksijen ile etkin olmayan azottan oluştuğunu gösterdi. Lavoisier, Scheele'nin düşüncesini benimseyerek 1780'de atmosferin dörtte bir oksijen ile dörtte üç azot tan oluştuğunu ileri sürdü. Priestley ise yaptığı oksitlenme deneylerinde metallerin yutulduğu hava miktarlarını dikkate alarak

beşte bir oksijen ve beşte dört azot gibi daha doğru bir oran verdi. Lavoisier daha sonra on yıl kadar önce planladığı kimya teorisinin yenilenmesi projesini ilan etti(1783).Bir törenle STAHL'ın ve flojiston kuramcılarının kitaplarını yakarak yeni kimyanın başladığını ilan etti.Yanma ve oksitlenme her durumda Lavoisier'e göre yanabilen maddenin oksijen ile birleşmesiyle ilişkiliydi.Zira ürünlerin toplam ağırlığı bileşenlerin önceki ağırlıklarının toplamına eşitti.Yanma ve oksitlenme flojistonun kaçmasıyla açıklanamazdı.Eski teori flojistonun bazı durumlarda da pozitif bir hafifliğe sahip olduğunu kabul ediyordu.Flojistonun kaçışının belirtisi olarak kabul edilen ısı ve ışık ekseri yanma ve oksitlenme sürecinde ortaya çıkmakla birlikte bunlar ağırlık değişimleriyle beliren süreçlerin kimyasının dışında kalmaktaydı.Zira ısı ve ışık ağırlıksızdı.Yanan yada oksitlenen bir maddenin ağırlığının değişmesi tamamen oksijen ile reaksiyona girmesinden dolayı oluyordu.

Artık Lavoisier'in teorileri kimyanın bilinen gerçeklerini flojiston teorisinden daha iyi açıklıyor ve eski teori hızla itibarını yitiriyordu.Geneleksen görüş yerine Lavoisierkimyasal bir elemanı kimyasal analizin varmış olduğu gerçek terim şeklinde Boyle'den daha kesin olarak tanımlıyordu.Modern kimya kitaplarının ilki olan 'Temel Kimya Kitabı' (1789) adlı eserinde

Lavoisier'bu temel üzerinde gerçek elementer madde olarak 23 isim sıraladı.Bununla birlikte 'kalorik' adını verdiği ısının ağırlığının olmaması kavramını inorganik Dünya'nın elemanları arasında listeye aktarmıştı.İngiliz çağdaşlarının çalışmalarını tekrarlayan Lavoisier,Cavendish ve Priestley'in kullandığından daha aşağı ve pratik yöntemler kullanmış,fakat sonuçlardan yeni bir teori yapısı kurmuştu.Bu adamların birbirlerinin çalışmalarının tek yanlı karakterlerini gördüklerini fakat kendi sınırlarını aşamadıkları anlaşılmaktadır.Lavoisier, Priestley'in 'Farklı Cinsten Havalarda Üzerine Gözlemler' (1772) adlı eserini herhangi bir mantık yürütmek için durulamaksızın yapılmış deneyler örgüsü olarak tanımlamıştır. Priestley ise belki daha zarif bir cevapla Lavoisier'i dünyanın felsefe ile ilgili kısmının kendisine çeşitli yönlerden çok borçlu olduğu adam olarak tanımlamıştır.Priestley,kimyasal devrim olayında belki en merak çekici şahsiyet idi.Priestley hemen her sorunun genellikle muhalefet tarafını benimsemeyi uygun gördüğünü yazmıştır.Ancak kimyada sonuna kadar geleneksel flojiston teorisine bağlı kalırken kendi bulduğu oksijenin kurulmasına bu kadar yardımcı olduğu yeni

doktrinleri kabullenememişti. Onun kimyadan ziyade politika ve dindeki muhalifliğinin 1794'te onu İngiltere'den Amerika'ya göç etmek zorunda bırakacak ölçüdedir. Kimyasal devrimci Lavoisier, Fransa'da muhafazakar unsurlarla ilişkilendirilmesi sonucu aynı yıl giyotine götürülüyordu.

Stokiyometri

Kimyasal bir formülle karşılaşıldığında onun atomlardan oluştuğu görülür, ama bu atomların nasıl düzenlendiği yani molekül yapısı bilinemez. Stokiyometrinin konusu, bu tür bilgilerin açıklanmasıdır. Kısaca stokiyometri kimyasal bir tepkimede kütle korunumu kanunu kullanılarak her bir madenin mol sayısına göre kimyasal formüllerinin açıklanmasıdır. Bir molekülün ağırlığının nasıl atomlarının ağırlığının bir fonksiyonu olduğunun gösterilmesidir.

Joseph Proust gerçekte iki bileşiğin birleştirilmesini gerçekleştirerek daima aynı kütlede ürün elde etmiştir. Böylece bir bileşiğin bütün örneklerinin aynı bileşime sahip olduğu yani bileşenlerin kütlece sabit bir oranda birleştikleri ortaya çıkarılmıştır.

Joseph Priestley hidrojen ve oksijen karışımı bir gazı elektrik kıvılcımıyla patlattığında bir miktar çiyin oluştuğunu görmüş ve aynı deneyi Cavendish daha ileri giderek patlamada yanıcı gazın tümünün, normal havanın ise beşte birinin tüketildiğini ve öylece oluşan çiyin ise su olduğunu saptamıştır. Su bir oksijen ve iki tane hidrojen atomundan oluşarak H₂O şeklini almıştır ve böylece kimyasal formül çıkarılmıştır. Aynı şekilde Proust Cu₂ Co₃ ve CuOH'i birleştirmiş ve oluşan bileşik bazik Cu₂ Co₃ olmuştur. Bazik Cu₂ Co₃ da diğer bileşikler gibi belli bir bileşime sahip olduğundan Proust'un sonuçları doğrudur.

Stokiyometri'nin kullanım alanları ise titreleme, ağırlık ve hacim açısından tüm kimyasal tepkimeler bilimi, sanayideki kimyasal süreçler, mühendisler için yeni araç ve gereç yapımı aşamalarıdır.

Sabit Oranlar Kanunu

Joseph Proust, Fransız kimyacı 1808'de hangi kaynaktan elde edilirse edilsin arı bir kimyasal bileşiği oluşturan elementlerin göreceli miktarlarının değişmediğini kanıtladı. Bu buluşu John Dalton'un belirli oranlar yasasıyla dile getirdiği herhangi bir bileşikte elementlerin sabit oranlarda bulunduğuna ilişkin temel kanıtını oluşturdu.

Paristeki Salpetriere Hastanesinin baş eczacısı olan Proust, 1799 - 1806 arasında Madrid'teki Kraliyet Laboratuvarı'nda yöneticilik yaptı. Burada pek çok kimyasal maddenin bileşimindeki elementlerin miktarlarını belirledi. Kimyasal bileşiklerin bileşimlerinin değimedğini açıklayan kuralı deneysel olarak kanıtlanması Fransız kimyacı Claude - Louis Bertholet ile arasında uzun yıllar süren tartışmadan haklı çıkmasını sağladı. Koyduğu kural Ülkemizde 'Sabit Oranlar Kanunu' olarak ta bilinir.

Joseph Proust'un bulduğu sabit kütle oranları yasası şöyle der: Belirli bir bileşiği oluşturan elementler, daima belirli ve sabit olan bir kütle oranında birleşir. Örneğin su oluşurken diyelim 30 gram hidrojen ile 70 gram oksijen ya da başka bir oran değil;ama daima kütlece yüzde 11.19 hidrojen ve yüzde 88.81 oksijenden oluşur.

Katlı Oranlar Kanunu

1803'te John Dalton, katlı oranlar yasasını buldu. Bu yasa sabit oranlar yasasınınatomik oran düşüncesine daha kesin bir destek veriyordu. Çünkü iki element arasında ikivedaha çok bileşik oluşuyorsa,elementlerden birinin kütlesi sabit tutulduğunda onunla birleşenikinci elementin kütleleri arasında basit tam sayılı bir oran vardı.Buradaki kütle terimleriatomları anlatıyordu. “Basit, tam sayılar” atomların oranıydı. İşte Dalton'un vardığı sonuçlar:

1. Her element atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur. Atomlar kimyasal tepkimelerde oluşamazlar ve bölünemezler. “Atomu parçalayacak adam yoktur” diye de ekleyivermişti. Kimyacıların da hata yaptıkları bir gerçektir!
2. Bir elementin bütün atomlarının kütlesi (ağırlığı) ve diğer özellikleri aynıdır. Fakat bir elementin atomları diğer bütün elementlerin atomlarından farklıdır.
3. Kimyasal bir bileşik iki ya da daha çok sayıda elementin basit sayısal bir oranda birleşmesiyle oluşur.

3.Ders Özeti: Atomun Tarihi Gelişimi

Antik Çağ Ve Ortaçağda Madde

İnsanoğlu en eski çağlardan itibaren maddenin yapısını izah etmeye çalışmıştır. Eskilerde kâinattaki her şeyin bir tek ana maddeden (prensipten) geldiği fikri vardı. Bu sebeple eskilerin ve bu arada bilhassa eski Yunan filozoflarının başlıca çalışmalarını kâinatın sonsuz karışıklığını az sayıda ana maddeyle açıklamak teşkil

eder. Eski Yunan ve Avrupa felsefesinin babası olup Yunan Ege Okulunun kurucusu olan Milet'li Thales (MÖ. 640-546), her şeyin sudan geldiğini farz ediyordu. Şüphesiz Thales'e göre mevcut olan şey, hava, su ve toprak şekillerini alabilmelidir. Thales ana madde olarak suyu almakla, akıcılık özelliğinde kâinatın esas vasfını düşünmüş ve bu vasfın mütemadi şekilde değişmesiyle de maddenin gaz, sıvı (likid) ve katı (solid) gibi üç ayrı fiziksel halinin meydana gelebileceğini ifade etmek istemiştir. Milet Okulundan ve Thales'in talebesi Anaximandros'a göre her şeyin menşei olan ana madde müşahhas bir şey olarak düşünülmemelidir; onun bir tek özelliği vardır ki o da sonsuz ve sınırsız oluşudur. Anaximandros'un bu düşüncesi asrımıza kadar fizikte yer almış bulunan uydurma «esîr» mefhumunun ilk tezahürüdür. Anaximandros'un memleketlisi ve talebesi Anaximenes (MÖ. 585-525 tahminen) için bu ana madde hava, Ege Okulundan Efesli Heraclitus (MÖ. 490-430) için ise ateştir. Sonradan bir tek ana madde ile bir çok şeyin imkansızlığı karşısında bu tek prensip yerine dualist sistem ikame edilmiştir. Bu sisteme göre, her şey iyilikle kötülük, sevgi ile nefret gibi birbirine zıt iki prensibin karşılıklı birleşmesiyle meydana gelir. Şüphesiz bu da yeter olmayınca Sicilyalı Empedocles (MÖ. 490-430) Ege Okulunun tek ana maddesi yerine dört madde düşünür: toprak, su, hava, ateş ve bunların yanında iki semavî kuvvet olan sevgi ve nefret her şeyin temelini teşkil eder. Sevgi unsurları birleştirir; nefret ise bunları birbirinden ayırır. İleride görüleceği gibi, Empedocles'in bu fikirleri aristotarafından da benimsenmiş ve gerçekten uzak olmakla beraber Ortaçağda önemli rol oynamıştır.

Menşei bu şekilde tasavvur edilen maddenin tanecikli bir yapıda olduğu fikri ise en eski bilgilerimizdendir. Filhakika Milâttan önce 1100 yılında Sayda filozoflarının, maddenin bölünemez gayet küçük parçacıklardan kurulmuş olduklarını düşündükleri hakkında işaretler vardır. Yine Milâttan 500 yıl önce Hintli filozof Kanada, maddenin her yönde daimî surette harekette bulunan pek küçük taneciklerden kurulduğunu ve bunların basit olduğunu, zira maddenin sonsuz bir şekilde bölünemeyeceğini ortaya atmıştır.

Yunan atom teorisi Miletli Leucippus (MÖ. 430 tahminen) ve bilhassa talebesi Democritus (MÖ. 470-400 tahminen) tarafından kurulmuş, Sisamlı Epicurus (MÖ. 306) ve antikitenin en dikkate değer materyalist sistemiyle De Natura Rerum'un (eşyanın mahiyeti hakkında) müellifi Lâtin şair ve fizikçisi Lucretius (MÖ. 90-95)

tarafından devam ettirilmiştir. Bunlara göre madde ancak bir merhaleye kadar bölünebilir. Artık bölünmesi mümkün olmayan son bölünme kısmına da Epikurus, Yunancada bölünemez anlamına gelen Atomos'dan Atom adını vermiştir. Atomlar sert ve doludurlar. Bir cisim bunların birleşmesi ile vücut bulur, ayrılmasa ile de mahvolur. Atomlar hareketlidirler ve çarpışmaları neticesinde ısı meydana gelir. Atomların birbirleriyle birleşme tarzından cisimlerin gaz, sıvı ve katı halleri meydana gelir.

Aristo (MÖ. 384-321), tabiat hakkındaki sezgisel bilgisi pek derin bir dâhi olmakla beraber maddenin hakikî mahiyetini kavrayamamıştır. Onun fikrinde hakikatte madde yoktur. Eşyayı ancak özellikleriyle tanıyabildiğimize ve bunlarla farklılandırabildiğimize göre, ancak bu özellikler prensip yahut element olarak düşünülebilir. Yani elementler ayrı ayrı özelliklerden ibarettir. Aristo her şeye uygun gelen özellikler araştırmış ve bunların sıcak ve soğuk, kuru ve yaşta bulunduğunu sanmıştır. Bunlar ikişer ikişer birleştirildiklerinde altı çift elde edilir. Fakat bunlardan soğukla sıcak ve kuruyla yaş birbirinin zıttı olduğu için yok edilir ve neticede dört tane kalır. Soğuk ve yaş suyu (sıvı olan şey), soğuk ve kuru toprağı (katı olan şey), yaş ve sıcak havayı (gaz olan şey), kuru ve sıcak ateşi (yanan şey) teşkil eder. İşte ortaçağda pek büyük bir rol oynamış olan Aristo'nun dört element teorisinin menşei budur. Şüphesiz bunlar bugünkü manâda birer element değildirler. Zira bugünkü manâda bir element, başka cisimlerin birleşiminde bulunan cisimlerdir. Aristo'nun elementleri ise, muayyen ve temel özellikleri gösteriyordu. Böyle bir felsefe yardımıyla herhangi bir olayın sayı ile ve ölçü ile ifadesi mümkün değildi.

Ortaçağda (476-1453) Şark simyacıları Aristo'nun dört elementine cıva, kükürt ve tuz gibi üç element daha ilâve ederler. Yalnız bunlarla bugün aynı adı taşıyan cisimler arasında hiçbir münasebet yoktur. Bunlar cisimlerde az çok bulunurlar. Kükürt, cisme ateşte bozulabilme ile rengini; cıva, metalik manzara ile eriyebilmeyi; tuz da, lezzeti ve çözünebilmeyi verir. Ortaçağ, ortaya atılan bu saçma teorilerden dolayı ilim tarihinde karanlık bir devre olarak yer almıştır.

İlmi bütün bunlardan ilk defa kurtaran ve kimyasal elementin modern mânasını ilme sokan Robert Boyle olmuştur. Boyle deneysel temelden yoksun bir hipotezi kabul etmeyi kesin olarak reddetmiştir. Boyle, madde kavramıyla düşünen bir bilginidir. Ona göre elementleri özellik olarak değil madde olarak almak lâzımdır.

Element demek, sadece daha basit maddelere ayrılamayan madde demektir. Öteki cisimler bunların bileşikleridir. Bu bakımdan Boyle'a ilk kimyacı gözüyle bakılabilir. Boyle bir atomistikçidir. Fakat henüz kantitatif kimya çağına girilmemiş olduğundan bir çok düşünceleri felsefî mahiyette kalmıştır. Bununla beraber, Boyle'un araştırmaları tesadüfün mahsulü şeyler değildir.

Boyle sayesinde neticeye epeyce yaklaşmış iken 18. Yüzyıl kimyacıları, mevcut olayları hiç düşünmeden ve üstelik bunlarla çelişme halinde olmasına rağmen eski Yunandan kalma bir zihniyet mirasıyla genel fikirlere başvurmuşlardır. 18. Yüzyıl Sthal'ın flogiston devridir. Bu teoriye göre, her yanıcı cisim, biri yanıcı olmayan sabit bir madde ile (kül, toprak) öteki yanıcı bir prensip yani flogiston yahut flogistikten ibarettir. Flogiston maddî birleşim bakımından çok yanlıştır; bizi element ve bileşik cisim hakkında yanlış düşüncelere götürür. Meselâ metaller bileşik, oksitler ise basit cisimlerdir. Üççeyrek yüzyıl zarfında kimyaya hâkim olan bu teori, element mefhumunun gelişmesine hiç de uygun değildi; zira maddenin temel özelliği olan kütleyi hiç göz önüne almıyordu.

Yeni kimyanın kurucusu büyük âlim Lavoisier ile kantitatif kimya çağı doğmuş ve flogiston teorisi ortadan kalkmıştır. Lavoisier ile madde gerçek manâsını almış ve elementin kantitatif tarifi verilmiştir. Lavoisier için element, eldeki araçlarla ayrıştırılamayan cisimdir. Ancak maddenin gerçek anlamı anlaşıldıktan ve elementin gözlem ve denemeye uygun doğru bir tarifi verildikten sonradır ki modern atomistik'in doğuşu beklenebilirdi ve gerçekten de öyle olmuştur.

Atomun Tarihi

Antik çağda yetişen pek çok düşünürle birlikte, maddenin yapısı sorgulanmaya başlamıştır. İlk kez Thales evreni anlamının yolunun maddeyi anlamaktan geçtiğini ifade ederek, materyalist felsefeye ilk adımı atmıştır. Daha sonra Anaximander, evreni oluşturan apeiron denen bitmez, değişmez, görünmez bir maddeden bahsetmiştir. Empedocles, tüm varlıkların dört elementten yani ateş, hava, su, topraktan oluştuğunu ifade etmiştir. Empedocles'in bu düşüncesi, büyük otoritesi ile 1500 yıl bilim dünyasını egemenliği altına alan Aristo tarafından iyice yerleştirilmiştir.

Aristo (M.Ö. 384 -322) Makedonyalı idi. Maddeye bakışı; kendinden önce yaşamış olan Atomculara olan tepkisini ifade eder. O da Empedoclesin düşüncesine katılır ve dört ana maddeden her şeyin yapıldığını söyler.

Maddenin yapısına ilişkin ortaya atılan düşüncelerden sonra bilim adamları en çok maddeyi en küçük hale getirene kadar bölüp bölemeyecekleri üzerine araştırma yapmaya başladılar.

Eski Yunanlılar, bütün maddelerin atomlardan oluştuğuna inanırlardı. Gerçekte, Yunanca asıllı "atom" kelimesi "bölünemez" anlamına geliyordu. Yunanlılara göre, herhangi bir madde ne kadar bölünürse bölünsün, sonunda hiç bölünemeyecek bir zerresi ortaya çıkacaktı. Bu en ufak ve daha öteye bölünemez zerre de "atom"du. "Atom" sözcüğünün ilk ortaya çıkışı İ.Ö. 460 yılına kadar uzanıyor.

İÖ yaklaşık 400'de yaşamış Demokritus adlı bir filozof, bir elmayı örnek vererek atomu ve anlamını açıklamış: Bir elma alın ve onu ikiye bölün. Sonra bu yarım elmalardan birini tekrar ikiye bölün ve böylece sürdürün... Demokritus'a göre, bu şekilde yarım parçaları bölmeye devam ederseniz, sonunda öyle bir an gelecek ki, artık bölemeyeceğiniz kadar küçük bir parça elde edeceksiniz (ama bıçağınız kesemediği için değil, bölmek mümkün olmadığı için). İşte, bölünmesi olanaksız bu parçaya Demokritus Yunanca'da "bölünemez" anlamına gelen "atomos" adını vermiş. Demokritos'a göre evrendeki her madde atomlardan ya da daha küçük parçalarına ayrılmayan temel öğelerden oluşmuştu.

Demokritus, bu kavramı ortaya atmış atmasına ama bunu o dönemin diğer bilim adamlarına inandıramamış. Özellikle de dönemin en büyük filozofu Aristo'ya. Zaten Aristo reddedince, bir bildiği vardır diye diğerleri de inanmamış. Hatta Demokritus öldükten yüzyıllar sonra bile kimse atomdan bahsetmemiş. Ta ki, 2000 yıl kadar sonraya, yani 1800'li yılların başına kadar. Bilim adamları maddenin doğasını anlamaya yönelik çalışmaları sırasında ister istemez bu minik parçacıklarla karşılaşmışlar. 19. yüzyıla gelene kadar bu düşüncelere bir ilave yapılmadı. Bildiğimiz anlamda atom, bilimsel gözlemler, kuramlar sonucu öğrenilmiştir. 19. yüzyılın başlangıcına kadar, maddenin ve özünün yapısı hakkında sadece filozofların öğretileri vardı. Sonra John Dalton adında bir İngiliz kimyacı ve matematikçi, ilk kez bilimsel atom kuramından (teorisinden) söz etti. İngiliz bilim adamı Dalton,

deneyleri sırasında, maddeyi oluşturan ama yapısını tanımlayamadığı bu temel öğelere ilişkin ilk kanıtları elde etmiş.

Yıl 1803 de John Dalton dikkatli bir deneyciydi. Çeşitli gazlardan aldığı örnekleri tarttı ve ağırlıklarının farklı olduğunu gördü. Gazların da, katı cisimler ve sıvılar gibi inanılmaz küçüklükte zerreciklerden oluştuğunu keşfetti. Bu küçük zerrecikleri "atom" diye adlandırdı. Dalton değişik elemanların atomlarının değişik özelliklerde ve farklı ağırlıklara sahip olduğunu açıkladığı zaman, atomla ilgili açıklama ve çalışmalar bilimsel bir nitelik kazanmış sayılırdı. Buna rağmen, bir atomun tam anlamıyla ne olduğu ve fonksiyonları hâlâ gereğince ortaya konmamıştı. Dalton'un atom kuramı üç temel ilkeye dayanıyordu:

- ✓ Her şey atom denen son derece küçük bileşenlerden oluşur; bu atomlar ne yoktan var edilebilir ne de yok edilebilir.
- ✓ Aynı elementin bütün atomları her açıdan özdeştir; buna karşılık iki ayrı elementin atomları biçim, boyut,ağırlık(kütle) ve genel davranışlarıyla birbirinden ayrılır.
- ✓ İki ayrı elementin atomları basit tamsayılarla belirtilen belli bir oranda birleşerek bileşikler oluşturur.

Dalton'un atom kuramı sonradan yeni buluşların ışığı altında değişikliğe uğradı. Örneğin bugün atomların yapısında da temel parçacıklar denen, belli bir düzene göre yerleşmiş daha küçük parçacıkların bulunduğu ve bütün kimyasal tepkimelerde atomun dış bölümündeki temel parçacıkların yerleşme düzeninin değiştiği biliniyor. Üstelik artık atomun en iç bölümü de değiştiriliyor ve bir atom başka bir atoma dönüştürülebiliyor.

Atomun varlığı kanıtlandıktan sonra da, yapısını anlamaya yönelik birçok kuram ortaya atılmış. Bunlardan ilki J. J. Thomson adlı bir İngiliz fizikçiden geliyor. Thomson, 1897 yılında atomun bir parçası olan eksi yüklü elektronları keşfetmiş. Thomson'a göre atomun içinde eksi yüklü elektronları dengeleyecek artı yüklü parçacıklar olması gerekiyordu. Thomson, atomu bir "üzümlü kek"e benzetmişti. Üzümler eksi yüklü elektronlar, kekin diğer kısımları ise artı yüklü madde.

Bundan daha doğru bir modeli, 1911 yılında atomun içinde artı yüklü bir çekirdeğin olması gerektiğini keşfeden Ernest Rutherford geliştirmiş. Rutherford'un atom modeli, Güneş Sistemimizin yapısına benziyor. Ortada Güneş, yani artı yüklü

çekirdek ve çevresinde dolanan gezegenler, yani eksi yüklü elektronlar. Rutherford'un bu modeline göre çekirdek atomun çok küçük bir parçası: Örneğin atomun boyutunu Dünya kadar büyütsek bile içindeki çekirdek en fazla bir futbol stadyumu kadar kalıyordu.

Rutherford daha da önemli bir adım atarak, çekirdek içinde artı yüklü parçacıkları yani protonları keşfetmiş ve protonların elektronlardan 1836 kez daha ağır olduğunu bulmuştur.

Daha sonra Kuantum teorisi doğrultusunda 1912 yılında Danimarkalı fizikçi Niels Bohr, Bohr atom modelini ortaya attı ve elektronların belli yörüngelerde bulunabildiğini ve bunun plank sabiti ile ilgili olduğunu ifade etti. Bohr'un atom modelinde, yine ortada artı yüklü bir çekirdek, fakat sadece belli yörüngelerde dolabilen eksi yüklü elektronlar vardır. Bundan sonraki gelişmeler, Bohr'un atom modelini düzeltmeye yönelik. Bu gelişmelerden biri, çekirdekte artı yüklü proton dışında, yüksüz "nötron" adı verilen parçacıkların da olduğu. Nötronları da 1932 yılında, James Chadwick, kendisinin yaptığı derme çatma bir detektörle keşfetmiş.

Atomun tam bir modelini oluşturmadaki en önemli yöntem, Kuantum Mekaniği adı verilen fizik dalının gelişmesiyle oldu. Bugünkü bilgilerimizin tamamı bu fizik dalının gelişmesiyle elde edildi. Artık bugün atom ve yapısı hakkında epeyce bilgiye sahibiz. Kuantum kuramına göre, atom, artı yüklü bir çekirdek ve etrafında dalga gibi de hareket edebilen elektronların bulutundan oluşan minik bir "nesne" olarak tanımlanmıştır.

Atomun İç Yapısı

1897'den günümüze kadar birçok bilim adamı, atomun yapısını daha iyi tanıyabilmek için sayısız deneyler yaptılar. Çalışmalarını İngiltere'de sürdüren Yeni Zelandalı Ernest Rutherford ve Danimarkalı fizikçi Niels Bohr değişik elementlerin atomlarının kütlece farklı olmalarına karşın aynı yapıda olduklarını öne sürdüler. Bu iki fizikçinin açıklamalarına göre atomun merkezinde bir çekirdek bulunuyor, elektronlarda bu çekirdeğin çevresinde dolanıyordu. Ayrıca her çekirdek artı elektrik yükü taşıyordu; böylece çekirdeğin artı yükü elektronların eksi yüküyle dengelendiği için atomun bütünü elektriksiz olarak nötr durumda kalabiliyordu. Çekirdek atomun bütün yapısı içinde çok küçük bir yer tutar. Eğer bir atom bir stadyum kadar büyütülecek olsa, çekirdek bu stadyumun ortasındaki küçük bir bezelye gibi kalırdı.

Atomun hemen hemen bütün kütlesi bu minicik çekirdeğin içinde yoğunlaşmıştır. Çekirdek başlıca iki temel parçacıktan oluşur: Artı elektrik yüklü proton ve elektrik yükü taşımayan nötron. Nötronun kütlesi protonunkinden daha büyüktür.

Bir atomun elektronları, çekirdeğin çevresini saran bir dizi "kabuk" üzerinde yerleştirilmiştir. En küçük kütleli atomlarda tek bir kabuk bulunurken, atom kütlesi büyüdükçe bu sayı yedi katına çıkar. Çekirdeğe en yakın olan ilk kabukta en çok bir elektron çifti bulunabilir.

Atomdan Öte Köy Var Mı?

Aslında, atomlar her ne kadar maddenin yapıtaşları olarak tanımlansa da, gördüğümüz gibi onların da daha küçük yapıtaşları var. Demokritus'un elma örneğinde bir bıçak değil de, günümüzün modern mikroskoplarını kullandığımızı düşünelim. Tabii ki, elmayı keserek değil, büyüterek yapabiliriz bunu. Elmanın bir parçasının görüntüsünü mikroskop altında büyütelim. Önce elmanın detaylarına, daha büyötmeye devam edersek molekül adını verdiğimiz atom gruplarına ulaşırız. Moleküller, iki ya da daha fazla atomun "kimyasal bağ" adı verilen işleme bir araya gelmesi sonucu oluşur. İşte, madde dediğimiz nesnelere kati (elma gibi), sıvı (su gibi) veya gaz (hava gibi) olmasını sağlayan şey, bu moleküllerin bir araya geliş biçimi. Moleküller birbirleriyle çok sıkı sıkıya bağlanmış ve yerlerinden kıpırdamıyorlarsa madde kati halde; atomlar, kopmamak şartıyla birbirleri etrafında hareket edebiliyorlarsa sıvı halde; atomların oluşturduğu moleküller serbestçe hareket edebiliyorlarsa gaz halinde oluyor.

Demek ki, biraz daha büyötürsek atomlara ulaşacağız. Tanımımız gereği, atomlar madde değil. Çünkü madde olabilmesi için en azından kati, sıvı veya gaz halinde olabilmeli. Fakat, bu hallerden birisi için kimyasal bir bağa, yani en az iki atoma gereksinim var. Dolayısıyla tek başına bir atom ne kati, ne sıvı, ne de gaz yani ne de madde. Ancak bir araya gelirlerse madde oluşturuyorlar. Bu anlamıyla maddenin yapıtaşı Atomu, mikroskopumuzda büyötmeye devam ettiğimizde (aslında bunu yapabilecek mikroskoplar yok, fakat bilim adamları başka işlemlerle bunu yapabiliyorlar. Biz yine de yapabildiğimizi varsayalım) basta da söylediğimiz gibi, Güneş Sistemi'ne benzer bir yapıyla karşılaşıyoruz. Ortada bir çekirdek ve etrafında dolanan elektronlar. Elektron bulutundan geçip içeri dalıyoruz ve merkezde yer alan

çekirdeği görüyoruz. Büyütmeye devam ediyoruz ve çekirdeğin içine bakıyoruz. Burada nötron ve protonlarla karşılaşılıyor.

Elektronlar eksi yüklü ve hafif, protonlar artı yüklü ve ağır, nötronlar ise yüksüz ve ağır parçacıklar. Yük ve kütle gibi kavramlar atomları birbirinden ayırt etmekte kullanılıyor. Çünkü çok sayıda atom var ve bunların hepsinin, elektron, proton ve nötron sayıları farklı. Bir atomdaki elektronların sayısı, o atomun atom numarasını (AN) veriyor, bu sayı aynı zamanda o atomun çekirdeğindeki proton sayısına da eşit. Proton ve nötron sayılarının toplamı ise atomun kütle numarasını (KN) veriyor. Örneğin en basit yapıya sahip atomlardan biri olan helyumun atom numarası 2 ve kütle numarası 4 (yani 2 proton, 2 elektron ve 2 nötronu var) ve $4\text{He}2$ şeklinde simgeleniyor. Daha sonuna gelmedik. Son bir gayretle proton ve nötronun da içine bakıyoruz ve orada da daha temel parçacıklar görüyoruz. Bunlara da "kuark" adı veriliyor. İşte, maddenin içine yolculuğumuzun "şimdilik" son durağı burasıymış gibi görünüyor. Buradan daha ileri gitmemiz mümkün değil.

Artık bir sonuç çıkarabiliriz: Maddenin en küçük yapıtaşı kuarklar. Kuarklar bir araya gelerek proton ve nötronları, bunlar ve elektronlar bir araya gelerek atomları, atomlar molekülleri, moleküller de maddeyi (elma örneği gibi) oluşturuyor. Gördüğümüz kadarıyla atomdan öteye köy var, yani kuarklar Peki kuarklardan öteye? Bunu henüz bilemiyoruz. Ancak bu, hiç bilemeyeceğimiz anlamına gelmiyor. Demokritus'tan bugüne kat ettiğimiz yol, bilimin, her alanda olduğu gibi, maddenin temel yapısını anlamada da bize vereceği daha pek çok şey olduğunun bir göstergesidir.

5. Ders Özeti: Atom Modellerinin Tarihi

İlkçağlarda Atom Fikirleri Ve Büyük Düşünürler

Eski zamanlarda bilim adamları kainattaki her şeyin tek bir ana maddeden oluştuğunu düşünüyorlardı. Thales (M.Ö 640-546): Eski Yunan ve Avrupa felsefesinin babası olan Milet li Thales; her şeyin sudan geldiğini gaz, likid ve solid ediyordu. Niçin suyu aldığını söyle belirtiyordu: 'Suyun akıcılık özelliğinden dolayı ve ayrıca suyun gaz, likid ve solid gibi 3 ayrı fiziksel halinin olmasıdır.

Democritus (M.Ö 470-400): Democritus ise diğer düşünürlere göre farklı şeyler düşünüyordu. Ona göre madde bir mertebeye kadar bölünebilir idi. Belli bir yerden sonra bölünemeyeceğini belirtti ve Yunanca da bölünemez anlamına gelen atomus

adını vermiştir. Ona göre atomlar serrat ve içleri doludur. Bir cisim bunların birleşmesiyle vücut bulur: bölünmesiyle ise mahvolur idi.

Aristo (M.Ö 384-321): Aristoya göre normalde madde yoktur. Her eşyayı ancak kendi özellikleriyle tanıyabildiğimizi düşünür. Ancak bunu kendisinden önce yaşamış olan Empedocles gibi 4 maddeye yani ateş, su, hava ve toprak diyerek gruplandırmıştır.

Ayrıca Ortaçağ da bilim adamları Aristonun bu düşüncesinin yanında 3 madde daha alırlar. Bunlar civa, kükürt ve tuzdur. Böyle saçma bir teoriden dolayı Ortaçağ ilim tarihinin en karanlık evresi olarak adlandırılır. Bu neden ile Aristo'dan ta 17. yy a kadar mantıklı ve tutarlı bir bilim adamı çıkmamış ve bu konular ile ilgilenmemiştir...

Robert Boyle (1626-1691) : Boyle diğer bilim adamlarından çok farklı ve en gerçekçi bilgileri ile ilk kimyacı olarak anılır. Boyle madde kavramı üzerinde durmuş ve ona göre elementleri özellik olarak değil madde olarak almak lazımdır. Element basit maddelere ayrılamayan anlamına gelir. Ancak Boyle nin bu düşüncesi felsefe mahiyetinde kalmıştır. Ama buldukları tesadüf eseri şeyler olmayıp onu saygın bir kimyacı yapmıştır. Boyle nin yazmış olduğu The Sceptical Chemist adlı kitabında da belirttiği gibi bunlar düşünülmüş ve muhakeme edilmiş şeylerdir.

Lavoiser: Yeni kimyanın kurucusu olan bu büyük alim ile kantitatif kimya çağı doğmuş ve öncesindeki tüm teorileri ortadan kaldırmıştır. Şimdi herkes diyecek ki kantitatif ne demektir? Kantitatif: Önceden hazırlanmış bir soru formuna bağlı kalınarak, sayısal yorum ve genelleme yapılabilen araştırma türüdür. Lavoiser ile madde gerçek manasını bulmuş ve element, madde gibi kavramlar kantitatif kimya ile tarif edilmiş ve yeni atom teorisi ortaya çıkmıştır.

Modern Atom Teorisi

Eskilerin ilim anlayışıyla bugünün anlayışı çok farklıdır. Nedeni ise onların düşünceleri sadece felsefeydi ve hiçbir deneye dayanmıyordu. Halbuki bir teorinin deneye ve gözleme dayanması lazımdır. Eskiler göze çarpan vakalara bakılmaksızın içinde mantık çelişmeleri bulunmamak şartıyla genel prensipler kurmaya çalışmışlardır. Bu nedenden dolayı çok çok uzun yıllardır maddenin gerçek anlamını anlamaya bir türlü yanaşmamışlardır.

Örneğin; Democritus atomları sert tarif olarak bölünemez ve esas itibariyle de doludurlar. Hâlbuki bugün biz atom için içinde karışık bir teşkilat, karışık kuvvet alanları, daha küçük tanecikler ve bunların arasında boşluk olduğunu biliyoruz. İşte Democritus un bu felsefi düşüncesi deneylere dayanmadığı için bir takım kısımları yanlışır.

John Dalton(1766-1844): Bizim için modern atom teorisinin baş kurucusu olan John Dalton kimyanın ilerlemesinde büyük rolü vardır.Lavosier modern kimyanın temelini attıktan sonra Dalton zamanında bilinen kimya kanunlarını (Katlı Oranlar – Sabit oranlar ve Kütlelerin Korunumu Kanunları) izah edebilmek için atom bilgisiyile kesin bir anlam vermiştir. Kendi kitabı olan ‘New System of Chemical Philosophy ’adlı kitabında belirtmiştir.

John Dalton: Modern Atom Teorisi

John Dalton’un 1808’de yayınladığı New System of Chemical Philosophy (Kimyasal Felsefenin Yeni Sistemi) kitabı, modern atom teorisinin anlatıldığı bir başlangıç sayılır. Bu kitap, 2400 yıl önce Anadolu’nun bilim merkezi Milet’te doğan ve Güney Trakya’da Abdera şehrinde çalışmalarını sürdüren Leucippus ve öğrencisi Democritus tarafından ortaya atılan “Atomos” maddenin bölünemeyen en küçük parçası fikrinin deneye dayalı bilimsel sonuçlarını veren en önemli eserdir.

Leucippus ve Democritus'un MÖ 440'ta felsefi olarak ortaya attıkları atomos fikri, Dalton'a kadar çok az değişikliğe uğramıştır. ”Dünyanın yeni durumu” adlı yazısında Democritus atom için “maddenin temel taşı” demekte ve maddenin cinsi ve özelliklerine göre değişik atom olacağını ileri sürmektedir. Daha da ileri giderek canlıların küçük yuvarlak atomlardan, ruhun ise hava ve ısı atomlarından olduğunu ileri sürmektedir. Bütün bu çalışmalar felsefi olup bir deneye dayanmamaktadır. Fakat maddenin yapısı hakkında yıllarca kalan ve “atom” kelimesini bugünlere taşıyan önemli bir çalışmadır.

1582de İtalyan bilgini Giordano Bruno “doğada bulunan her şeyin bölünümü, bölünemeyen bir parça ile son bulur” demekte, Pierre Gassendi (1592-1655) ise Bruno’yu desteklemekte ve atom fikrini “atomlar yeniden yaratılamazlar ve yok edilemezler, katı ve ağırlığı olan bellidir büyüklükte çok küçük parçacıklardır” şeklinde tarif etmektedir. Sonraki yıllarda Robert Boyle (1627-1691) corpuscular

(parçacık), Isaac Newton (1642-1727) Primitive particles (ilkel parçacıklar) deyimini kullanan bilim adamlarıdır.

Modern kimyanın doğuşu genellikle Lavosier'in 1789'da yazdığı *Traite Elementarie de Chemie* kitabıyla anılır. Lavosier (1743-1794), çalışmalarını deneylerle yürüten ve teraziye kullanan ilk kimyacılarıdır. Lavosier, Prestly'nin keşfettiği oksijenin yanma için şart olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Dalton, atom teorisi çalışmalarına başladığında, kimyanın felsefi yönle değil de deneysel yönle çalışılması gerektiğini anlamış ve kantitatif çalışmalara başlamıştır.

Dalton kimya üzerinde yaptığı çalışmalarında önce meteoroloji ile ilgilenmiş, günler ve mevsimlere göre hava sıcaklığı, hava basıncı, yağmur yağışları konularında binlerce veri toplamıştır. Bu çalışmalar sırasında her sıcaklıkta havada su buharı bulunduğunu görmüş ve değişik sıcaklıklarda su buharının basıncını ölçmüştür. Barometre (basınçölçer), termometre (sıcaklık ölçer) higrometre (nem ölçer), yağmur bulutlarının oluşumu, atmosfer neminin yapısı, dağılımı ve buharlaşması gibi kavramlar üzerine makaleler yazmıştır. Dalton, yağmurun, atmosfer basıncındaki değişikliklerden değil, sıcaklığın düşmesinden kaynaklandığını ilk olarak belirlemiştir. Suyu yaptığı çalışmalar sonucunda suyun yoğunluğunun en yüksek olduğu sıcaklığı +5,80C olarak belirlemiş ve bu değer daha sonraları 3,970c olarak düzeltilmiştir.

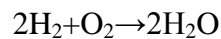
Bu çalışmaların bir parçası olarak kısmi basınç kavramını ortaya atmış ve "bir gaz karışımının toplam basıncı, karışımı oluşturan gazların kısmi basınçların toplamına eşit olduğunu" ispatlamıştır. Dalton'un kısmi basınç kanunu olarak adlandırdığımız bu kanun onun ilk denemelerinin sonuçlarından biridir. Bunun bir diğer anlamı da gaz parçacıklarını (moleküllerin), birbirine etki etmeyen, aralarında hiçbir çekme kuvveti olmayan bağımsız parçacıklar olduğudur. 1857 de Alman fizikçi Rudolf Clausius bu ve diğer sonuçlardan faydalanarak gazların kinetik teorisi çalışmalarını yapmış ve gazların bütün özelliklerini matematiksel olarak açıklamıştır. Dalton'un bu kanunu tam olarak ideal gazlar için geçerli olsa da, ideal olmayan gazlar için de normal şartlar altında çok az bir sapma göstermektedir.

Çok enteresandır ki Dalton'nun gazlar üzerinde çalıştığı yıllarda Fransız kimyacı Joseph-Louis Proust (1754-1826), belirli oranlar kanununu ile yani bir bileşiği oluşturan elementlerin ağırlıkları arasında belirli bir oran vardır demektedir. Yani

bildiğimiz mutfak tuzu NaCl'de Na/Cl ağırlık oranı 23.0/35.5'tir ve bu oran dünyanın her yerinde aynıdır. Başka bileşiklerle de ve özellikle karbon-oksijen bileşikleri üzerinde deneyler yapan Dalton O/C oranının her zaman aynı olmadığını göstermiş, araştırmaları sonucunda karbonun oksijenle iki ayrı bileşik yaptığını bulmuştur. Karbon monoksit CO da bu oran 12.0/16.0, karbon dioksit CO₂ de ise 12.0/32.0 dir. Burada önemli olan sabit bir karbon ağırlığına karşı gelen oksijen ağırlıkları arasında tam sayılarla ifade edilebilen bir oranın olmasıdır yani ½ dir. Başka bileşiklerle de deneyler yapan Dalton, 1804'te katlı oranlar kanunu dediğimiz "iki element birden fazla bileşik oluşturuyorsa, bunlardan birinin aynı miktarı ile birleşen diğer elementin miktarları arasında ağırlık bakımından basit bir oran vardır" kanunu, aynı yıllarda Fransız Gay-Lussac (1778-1850) ve Jacques Charles (1746-1823) sıcaklıkla gazların hacim ve basınçlarının nasıl değiştiği hakkındaki kanunları bulmuşlardır.

Dalton'un yaptığı kendi çalışmaları, özellikle katlı oranlar kanunu ve yukarıda bahsedilen gazlarla yapılan deney sonuçları, kendisini atom ağırlıkları ve atom teorisi üzerinde çalışmaya yönlendirmiştir. Dalton atom ağırlığı çalışmalarında atomların ikili olarak birleştiğini farz etmiş ve suyun formülünü H₂O yerine HO, amonyanın formülünü NH₃ yerine NH kabul etmiştir. Hidrojen atomunun en hafif olduğunu kabul edip ki bu doğrudur, rölatif atom ağırlığını 1 kabul ederek diğerlerininkini bulmaya çalışmıştır. Bu varsayımdan giderek oksijenin atom ağırlığı 7, azotun atom ağırlığını ise 5 olarak bulmuştur. Fakat 1808'de Gay-Lussac'ın ve 1811'de de Avagadro'nun çalışmalarıyla bulunan hacim oranları kanunlarının sonucu olarak suyun formülünün, H₂O, amonyanın formülünün ise NH₃ olduğu anlaşılmış ve atom ağırlıkları bugün kullandığımız rakamlara yakın olarak tekrar hesaplanmıştır. Gay-Lussac gaz halinde reaksiyona giren ve gaz halinde bileşikler veren reaksiyonları incelemiş ve görmüştür ki, aynı sıcaklık ve basınç şartlarında bir kimyasal reaksiyona giren ve reaksiyon sonucu olan gazların hacimleri arasında basit bir oran vardır.

Örneğin aynı şartlarda 2 litre hidrojenle bir litre oksijen birleştiğinde iki litre su buharı oluşmaktadır.



Reaksiyona 3 litre gaz girmesine rağmen 2 litre gaz meydana gelmektedir. 1811'de

Avagadro'nun yaptığı çalışmaya göre de, iki atomlu gazlardan yine 2 atomlu gaz değil, 3 atomlu su molekülü oluşmaktadır. Böylece Avagadro, eşit basınç ve sıcaklık şartlarında bütün gazların eşit hacimlerinde eşit sayıda molekül bulunmalıdır sonucuna varmıştır. Standart şartlarda yani sıfır $^{\circ}\text{C}$ ve bir atmosfer basınç altında 1 mol (atom veya molekül ağırlığı kadar gram) gazın hacmi 22,4 litredir ve bunda 6.02×10^{23} molekül vardır (Avagadro sayısı).

Dalton'un Katlı oranlar kanununun bir sonucu gibi görünen başka bir çalışma da, oksijenin bazı bileşiklerinde ortaya çıkan sonuçlardır. Örneğin sudaki oksijenin ağırlık olarak hidrojene oranı 8/1, benzer şekilde bakır oksitte (CuO) 8/31.8, HgO da 8/100, FeO da 8/28, SO_2 de ise 8/16 dır. Bu sonuçlardan çıkan daha önemli bir anlam ise, oksijen dışında elementlerin bu miktarları kendi aralarında veya başka elementlerle birleştiklerinde çok defa tekrarların değerlerdir. Örneğin 28 g demirle 16 gram kükürt birleşerek FeS oluşmaktadır.

Dalton'un başarısı ve ona modern atom teorisinin babası denmesi yukarıda verilen gerek kendi deneyleri ve gerekse çağdaşlarının bulduğu deneysel sonuçları bir teori halinde ortaya atmasıdır. Özellikle katlı oranlar kanunundaki eşdeğer gram kavramı, elementlerin iç yapısında kütle bakımından birbirinin aynı ve bölünmeyen parçacıklar bulunduğunu göstermiştir. İşte bu sonuçlardan faydalanan Dalton ilk defa 1805 yılında sonrada detaylı olarak 1808 yılında yayınladığı kitabında aşağıdaki 5 madde halinde atom teorisini önermiştir:

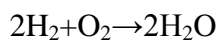
1.Bütün maddeler en küçük birim olan atomlardan oluşmuştur.

2.Kütle ve özellik bakımından değişik birçok atom vardır. Bir elementin bütün atomları birbirinin aynıdır ve diğer elementlerin atomlarından farklıdır. Bir element, aynı cins atomlardan oluşmuş maddedir.

3.Atomlar parçalanamaz ve yeniden yapılamazlar.

4. Atomlar birleşerek molekülleri oluştururlar. Bir bileşiğin her molekülü birbirinin aynıdır. Bir molekül, bir veya birden fazla atomun birleşmesiyle olur. Yani A ve B atomları AB , AB_2 , A_2B_3 gibi bileşikler üretirler.

5.Kimyasal reaksiyonlar belli şartlarda atomların yer değiştirmesi ile olur



Dalton teorisindeki öneriler zamanındaki bilgi ve deney sonuçlarına uymakla beraber, geçen 200 sendeki ve özellikle atom çekirdeği hakkındaki bilgilerimizin gelişmesinden sonra bazı öneriler tam olarak doğru olmamaktadır.

Atomda elektron olduğu 1897'de İngiliz bilgini J. J. Thomson tarafından katot ışınları deneyi ile keşfedilmiştir. 1911'deki Rutherford Deneyi, atom çekirdeğinin 10^{-15} m mertebesinde ve pozitif parçacıklardan oluştuğunu göstermiştir. Bunlar Protonlardır.

1932 de İngiliz Chadwick nötronu keşfetmiştir. Böylece Dalton Atomunun en küçük parça değil içinde elektron, proton ve nötron olduğu 1932 yılına kadar deneysel olarak gösterilmiştir. 1938'de ^{235}U çekirdeğinin parçalanmasıyla "atomun parçalanabildiği" de anlaşılmıştır. Yani 1808'deki Dalton Atom teorisinin bu maddesinin doğru olmadığı anlaşılmıştır. Unutmamak gerekir ki kimyasal reaksiyonlarla atomu parçalamak mümkün değildir. Bu bakımından Dalton'un devri için aynı zamanda bir elementin atomları aynı olmayıp birçok izotoptan meydana gelmiş olabilir. Bir element atomundaki proton sayısı ile belirlenmiş olup bu sayıya "atom numarası" denir. Örneğin; Sodyumun atom numarası 11 olup çekirdeğinde 11 proton vardır. Uranyumun çekirdeğinde ise 92 proton bulunmaktadır. Uranyumun birçok izotopu vardır, bütün izotoplarının proton sayısı aynı yani 92 olup nötron sayıları farklıdır. Örneğin $^{235}\text{U}_{143}$ ve $^{238}\text{U}_{146}$ uranyumun iki izotopudur. Atom numaraları aynı yani 92, nötron sayıları farklı, 143 ve 146'dır.

Şunu da hatırlatmak isterim ki Dalton (İngiliz), Gay-Lussac (Fransız) ve Avogadro'nun (İtalyan) çalışmaları 5 yıllık aynı bir süre içinde olmuştur. Demek ki bundan 200 yıl önce de hiç değil Avrupa ülkelerindeki bilim adamları arasında hızlı bir iletişim kurulmuştur.

Türkiye'de çağdaş kimyanın başlamasına yardım eden Mehmet Emin Derviş Paşa (1817 - 1879), Usûl-i Kimya (Kimyanın Elemanları, 1847) adlı eserinde, Dalton' un atom teorisinden söz eder. 1840'lerde harp okuluna öğretmen yetiştirmek için Avrupa'ya gönderilen öğrenciler içinde yer alan Derviş Paşa birkaç yıl İngiltere'de kalmıştır. Büyük bir ihtimalle Dalton' un modern Atom teorisi ile o zaman karşılaşmıştır Derviş Paşa kimyasal reaksiyonları doğrudan doğruya atomların birbirleriyle birleşmesi ve ayrışması esasına göre ve kendine özgü veya daha doğrusu o dönemde Fransa'da bazı kimyacılar tarafından kullanılan biçimde şematik olarak

açıklamıştır. Türkiye'de ilk kez kimyasal formüllerini kullanan ve bunları Latin harfleri ile yazan kişidir.

Modern atom teorisini geliştiren John Dalton'un özel hayatı ve diğer çalışmaları da çok önemlidir. John Dalton (1766-1844), geçimini el dokumacılığıyla sağlayan yoksul bir köylünün çocuğu olarak dünyaya gelmesine rağmen küçük yaşta matematik, fen ve gramer derslerine de programında yer veren bir tarikat okulunda öğrenimine başlamıştır. On beş yıl öğretmenlik yapmış özellikle yüzlerce köy çocuğunu eğitmiş aynı zamanda bilime olan merak ve tutkusu doğrultusunda kendini de yetiştirmiştir.

Daha sonra bitki ve böcek örnekleri toplamaya girişmiştir. 1787'de tanık olduğu bir kutup ışığı (atmosferdeki elektrik çalkantılarının etkisiyle gökyüzünde oluşan kimi zaman renkli şekiller) olayından etkilenerek bu konuyu araştırmaya yönelmiştir. Kuzey yarı kürede izlenen kutup ışığı olayları üzerine yazdıkları, öteki bilim adamlarından bağımsız olarak geliştirdiği kendi özgün düşüncesinin ilk ürünleridir. Atmosferdeki değişiklikleri incelediği sırada Kutup ışıkları araştırmaları sonucunda Yer'in magnetik alanı ile kutup ışınları arasında bir ilişki olması gerektiği sonucuna varmıştır.

Ayrıca kendisinde ve kardeşinde bulunan bugün Daltonizm dediğimiz renk körlüğü üzerine de, incelemeler yapmış ve "Extra ordinary Facts Relating to the Vision of colors" (1794; Renklerin Görülmesine İlişkin Olağandışı Olgular) başlıklı makale yazmıştır. 1822'de Royal Society'nin üyeliğine seçilen ve 1826'da bu derneğin altın madalyasıyla ödüllendirilen Dalton Fransız Bilimler Akademisi'nin muhabir üyeliğine kabul edildi. 27 Temmuz 1844'de yaşamını yitirmiştir.

Thomson Atom Modeli: Üzümlü Kek Modeli

Yirminci yüzyıl, tüm atomların birkaç temel parçacıktan oluştuğunu gösterdi. Bu yüzyılın ikinci yarısından itibaren proton ve nötronun da daha temel yapıtaşlarından oluştuğu görüldü. Temel parçacıklarla ilgili değişik listeler yapıldı. En son listede 16 kadar temel parçacık bulunuyor. Fakat tüm bu değişimler boyunca bir parçacık hep listede kaldı: elektron. Elektronlar, katot ışınları olarak gözlemlendi. Şimdi bu gözleme kısaca göz atacağız. Bugün bildiğimiz bilgisayar ve TV ekranları katot ışınları tüpü denen bir düzenek içerir.

Bu tüp ilk kez Micheal Faraday (1791-1867) tarafından yapılmıştı. Faraday, havası boşaltılmış bir cam borunun iki ucuna bir doğru akım üretici bağlamış,tüpün negatif uç bağlanmış ucundan,yani katodundan çıkan ışının pozitif uç bağlanmış ucuna,yani anota gittiğini "görmüştür." Böylece Faraday, katot ışınlarını keşfetmiştir. Daha sonraki araştırmacılar katot ışınlarının tüp içinde bir doğru boyunca yol aldıklarını ve katodun yapılmış olduğu maddeye (demir,platin vb.) bağlı olmadıklarını bulmuşlardır. Gerçekte katot ışınları gözle görülmez. Ancak çarptıkları bir yüzeyden yaydıkları ışıkla görülebilirler.(Yüksek enerjili bir ışının bir madde yüzeyine çarpmasıyla ışık yayılmasına fluoresans denir).

19. yüzyıl bitmek üzere. Yıl 1897... Elektronun keşfinin onuru, haklı olarak İngiliz fizikçi Sir Joseph John Thomson (1856-1940)undur.

Thomson, deşarj (boşalım) tüplerinde yayılan katot ışınlarının özelliklerini inceliyordu. Thomson'un deneyinde, elektriksel kuvvetler,paralel duran yüklü levhalar tarafından üretilmişti. Daha önce de gördüğümüz gibi,herhangi bir yüklü cisim üzerindeki elektrik kuvveti,genel olarak yük ile cismin bulunduğu noktadaki elektriksel alan değerinin çarpımı şeklinde ifade edilebilir. Havası alınmış bu tüplerde ve yüksek gerilim altında katottan anota doğru yayılan bu ışınlar, elektrik ve manyetik alanda da pozitif kutbun etkisiyle sapmaya uğruyordu. Katot ışınları, negatif elektrikle yüklüydü. Thomson, bu ışınların sapmalarından yararlanarak yük /kütle oranlarını hesapladı. Bu oran, iyonların ölçülen yük/kütle oranlarına göre çok büyüktü.

Bu sonuca göre katot ışını birimleri negatif yüklü, çok küçük kütleli atom içi parçacıklardı. Ayrıca katot ışını parçacıklarının kütle/yük oranının değeri ölçülme koşullarının hiçbirine bağlı görünmüyordu. Atomların içlerinde negatif yüklü elektronların gömülü olduğu ve içinde pozitif yükün düzgün olarak dağıldığı maddesel küreler olduğunu önerdiğinde bu, normal karşılanmıştı. Thomson, bunu üzümlü keke benzetmişti. Kekin bütünü atomdu, üzümler de elektron. Bu terimi ilk kullanan (1874'te)İngiliz-İrlandalı fizikçi ve gökbilimci George Johnstone Stoney'dir(1826-1911). Thomson, meslektaşları ve öğrencileri tarafından çok sevilen biriydi. Büyük ölçüde onurlandırıldığı da bir gerçek. 1906 Nobel fizik ödülüyle taçlandırıldı; 1908'de Şovalyelik ünvanını aldı; 1915'te de Royal Society Başkanlığına getirildi.

Ama 13 yıl sonra yapılan bir deney, görünüşte pek sorunu olmayan modelin terk edilmesini gerektirdi ve klasik fizik ışığında anlaşılacak bir atom yapısının doğmasına yol açtı. Thomson' a sorulan soruların soru şuydu: Negatif yüklü elektronlar "taneli" olduğu halde pozitif yük neden ve nasıl "kesiksiz" olarak atomik hacmi doldurabiliyor? Atomun İçine Bakış! "Üzümlü kek" içinde ne olduğunu anlamının yolu onun içine "bakmak"tır. Bu işi, Yeni Zelandalı bilimci Ernst Rutherford (1871-1937) başardı. Bu başarıda ona öğrencileri Geiger ve Marsden yardım etti. Radyoaktiflikle ilgili çalışmaları ona daha 1908'de Nobel Kimya Ödülü'nü getirmişti. Rutherford ve Soddy, daha önce değişmez olarak düşünülen kimyasal elementlerin radyoaktiflik sürecinde başka elementlere dönüştüğünü bulmuşlardı. Soddy, yeni olayı "radyoaktif dönüşüm" olarak adlandırmayı önerdi. Kurşunun altına dönüşümü gibi, elementlerin dönüşümü, 19. yy kimyacılarının ve fizikçilerinin reddettiği bir eski simya düşüydü. Soddy'nin önerisine Rutherford'un yanıtı "Zeus aşkına Soddy, bizi simyacı sanacaklar" demek olmuştu.

Rutherford' un önerisi üzerine Geiger ve Marsden de bunu yaptılar. 1911'de yaptıkları ünlü deneyde, bazı radyoaktif elementlerin yaydığı hızlı alfa parçacıklarıyla ince altın yaprağı bombardıman ettiler. Yalnız ondan önce bilinmesi gereken şeyler var: Rutherford, radyoaktif maddelerden yayılan üç tip ışımaya (radyasyon) konusunda ayrıntılı çalışmalar yapmış, bu ışımalardan alfa ve beta'yı kendisi bulmuştu.

1900 yılında Villard da gama ışınlarını bulmuştu. Sonradan yapılan deneyler sonucunda alfa ışınlarının gerçekte helyum çekirdeği, beta ışınlarının çekirdekten çıkan elektronlar ve gamma ışınlarının yüksek enerjili fotonlar oldukları gösterilmişti. Alfa parçacıkları, iki elektronunu kaybetmiş helyum çekirdekleriydi ve +2 yüklüydü. Rutherford, alfa parçacıklarının pozitif elektrikle yüklü parçacıklar olduğunu biliyordu.

Rutherford Atom Modeli

(1871 -1937) Yüzyılımızın başında bilimde yer alan büyük devrimsel atılımlar genellikle "Planck" ve "Einstein'ın adlarıyla bilinir. Oysa onların kuramsal atılımlarının yanısıra, sonuçları bakımından son derece önemli deneysel çalışmalar da vardır. Bunların başında, Marie Curie ve Ernest Rutherford'un radyoaktivite üzerindeki çalışmaları gelir.

Rutherford, dış görünümüyle bir bilimadamından çok bir "çiftlik kâhyası" ya da bir "aşiret reisi"ni andırmaktaydı. Esmer, irikıyım yapısı, gür sesi ve pos bıyığıyla yabanıl ve ürkütücü; her yönüyle heybetli bir kişiydi. Laboratuvarında bir şey tersine gitmesin; kükreyen sesi ortalığı sarsar, asistanlar suspus olurlardı. Oysa bu kırgınlık gelip geçiciydi; onun hiç bir yapmacığa kaçmayan anlık sert davranışlarının gerisinde sıcak, sevecen yaradılışı saklıydı.

Ernest, Yeni Zelanda'da küçük bir çiftlikte dünyaya gelmiştir. İskoç göçmeni olan babası, araba tamircisiydi. Ernest, yoksul ve kalabalık bir ailenin içinde büyüdü. Ne var ki, daha küçük yaşta sergilediği olağanüstü öğrenme merakı ona çevredeki en iyi okulların kapısını açtı. Özellikle üniversitedeki parlak başarısıyla dikkatleri çekti ve kazandığı burs, bilim ateşiyle yanan delikanlının yaşamında yeni bir dönemin başlangıcı oldu. 1894'de, Cambridge Üniversitesi ünlü fizik bilgini J.J. Thomson'un yanında çalışmak üzere İngiltere'ye geldi.

Üniversiteye bağlı Cavendish Laboratuvarı'ndaki ilk yılını radyo dalgaları, ikinci yılını yeni keşfedilmiş olan X-ışınları üzerindeki çalışmalarla geçirdi. Sonra, yaşam boyu uğraş konusu olan radyoaktivite üzerindeki araştırmalarına koyuldu. Adı kısa zamanda bilim çevrelerinde duyulan Rutherford'u 1898'de, Kanada'da McGill Üniversitesi, fizik profesörlüğüne çağırdı. Genç bilimadamı beklenmedik bu çağrı karşısında bir ikileme içine düştü: Bir yanda erişilmesi güç, saygın bir unvan, öte yanda araştırma ortamı olarak bulunmaz nimet saydığı Cavendish Laboratuvarı.

Rutherford 27 yaşındaydı. Kısıtlı bursu ile nişanlısını İngiltere'ye aldirtamaması bir yana; kendi yolculuğu nedeniyle yaptığı borcu bile ödeyemiyordu. Aldığı öneri ona bu olanakları da sağlayacaktı. Rutherford, sonunda ister istemez çağrıyı kabul etti. Karar isabetliydi: McGill'de geçirdiği yaklaşık on yıl içinde hem radyoaktif atomların kendiliğinden değişik nitelikte atomlara dönüştüğünü ispatlayarak Nobel Ödülü'nü kazandı; hem de atomun yapısına ilişkin olarak aranan açıklığı getiren çekirdek buluşunu ortaya koydu.

Birbirini izleyen başarılarına değinen bir meslekdaşı, "Sen gerçekten çok şanslı birisin: hep dalganın tepesinde seyrediyorsun," diye takıldığında, Rutherford'un yanıtı kısa ve çarpıcı olmuştur: "Unutma, o dalgayı ben kendim yarattım." Alçakgönüllülük bir yana, Rutherford çoğu kez insanları küçümserdi. Ona göre, bilim ya fizikti, ya da pul koleksiyonculuğu. Ama Nobel Ödülü'nü fizikten değil,

küçümsediği kimyadan almıştı. Hatırlatılınca, elementler gibi kendisinin de transmutasyona uğradığını söyleyerek, işi şakayla geçiştirirdi.

1887'de J.J. Thomson'un elektronu keşfetmesiyle, bilim dünyası yeni bir problemle karşı karşıya kalmıştı. Negatif elektrik yüklü elektronlar, hidrojen atom kütesinin ikibinde biri kadardı; oysa hidrojen, en basit madde türü olarak biliniyordu. Üstelik Thomson, hangi elemente ait olursa olsun, atomların özdeş parçacıklar saldıği görüşündeydi. Bu da elektronların, sözü geçen parçacıkların bir bölümü olduğu anlamına gelmekteydi. Yanıtlanması gereken soru şuydu: Atomlar eskiden sanıldığı gibi basit, bölünmez birimler değilse, atomun yapısal özelliği ne olabilirdi?

Thomson, atomun, içinde elektron taşıyan pozitif elektrik yüklü top biçiminde bir madde olduğunu ileri sürmüştü. Başka bir deyişle, atom basit değildi; ama katı, yoğun bir madde olmanın ötesinde birşey de değildi. Rutherford'un radyoaktiviteye ilişkin ilk önemli buluşu, "alfa" ve "beta" dediği iki değişik ışının varlığını belirlemesiydi. Ayrıca, asistanı Soddy ile birlikte bir elementin bir başka elemente dönüşümünde radyoaktivitenin rolünü, deneysel olarak kanıtlamıştı.

1907'de McGill'den Manchester Üniversitesi'ne geçtiği zaman ilk ele aldığı problem atomun yapısıydı. Araştırmasında, beta parçacıklarından sekizbin kat daha yoğun olan alfa parçacıklarının işe yarayacağını düşündü. Hans Geiger ve Ernest Marsden adlı iki asistanını, alfa parçacıklarının ince bir altın yaprağına çarptığı zaman nasıl dağıldıklarını incelemekle görevlendirdi. Alman sonuç beklentiye hiç de uygun değildi. Parçacıkların büyük çoğunlukla altın yapraktan doğrudan geçtiği gözlenmişti. Sanki altın yaprağın yapısında geçişi engelleyen hiç bir atom yoktu! Ama gözden kaçmaması gereken durum, yaprağa çarpan alfa parçacıklarının yaklaşık 20.000'de birinin geri sapsmasıydı. Bu ne demektir?

Uzun bir bocalamadan sonra Rutherford bu gözlemin, atomun yapısına ilişkin ipucu verdiğini gördü: Atomun kütlesi neredeyse tümüyle, kapsamında son derece küçük bir yer tutan pozitif elektrik yüklü bir çekirdekte toplanmış olmalıydı. Çekirdeğin çevresinde hızla dönen elektronlar ise pozitif yükü dengeleyen negatif yüklü daha küçük parçacıklardı. Kısacası atom güneş sistemine benzer bir düzen sergilemekteydi. Alam büyük ölçüde boş bir atom gözönüne alındığında, alfa

parçacıklarının neden büyük bir çoğunlukla, hiç bir engelle karşılaşmamış gibi altın yapraktan geçtikleri açıklık kazanmaktaydı.

Mikroskopla görülebilen nesnelere bile küçük olan atomdan daha da küçük olan çekirdek ve elektron gibi parçacıkları hayalde canlandırmak kolay değildir. Rutherford'un modelini çizdiği atomu bir futbol stadyumu büyüklüğünde düşünürsek, çevresinde birkaç sineğin döndüğü çekirdek, bu alanda bir golf topu büyüklüğünde olacaktır.

Rutherford, kuramcı bir bilimadamı değildi: Ona göre, her problemin çözümü deney sonuçlarıyla sınırlı tutulmalıydı. Öyle ki, ortaya koyduğu atom modelinin kuramsal açıklama gerektiren önemli bir sonucuna duyarsız kalmıştı. Üstelik atom modeline ilişkin deneysel kanıtları, yerleşik fizik yasalarıyla da tam bağdaşır değildi.

Örneğin, negatif yüklü elektronlar belirtildiği gibi gerçekten çekirdek çevresinde hızla dönüyorlarsa, bunların da devinen diğer elektrik yükleri gibi, radyasyon oluşturmaları gerekirdi. Bir elektrik yükünün, antende yukarı ve aşağı hareket ettirildiğinde radyasyon üretmesi buna bir örnektir. Çekirdek çevresinde dönen elektron, gerçekten radyasyon çıkarsaydı, çok geçmeden yavaşlayıp çekirdeğe kapanması ve atomun tümüyle çökmesi beklenirdi (Soruna kuramsal açıklamayı ortaya koyan kişi, daha sonra Rutherford'un seçkin öğrencisi olan Niels Bohr'dur).

Rutherford 1908'de Nobel Ödülü'nü, 1914'de "Lord" unvanını aldı. 1919'da Cavendish Laboratuvarı'nın başına geçti. Cavendish onun yönetiminde çok geçmeden dünyanın başta gelen deneysel fizik merkezi oldu. Burada giriştiği ilk çalışmalardan biri, yine alfa parçacıklarını kullanarak bir elementin başka bir elemente yapay dönüşümünü gerçekleştirmek oldu.

Deneyde, alfa parçacıklarının, nitrojen atomları gibi daha hafif atom çekirdeklerine çarptırıldıklarında, geriye sapmaksızın çekirdekle kaynaştıkları ve nitrojen atomunun oksijen atomuna dönüştüğü görülür. Bu süreçte başka bir parçacığın ortaya çıktığını saptayan Rutherford, çekirdeğin temel taşı saydığı pozitif yüklü bir parçaya "proton" adını verdi.

Kütlesi bakımından diğerlerine benzeyen, ama elektrik yükü olmayan üçüncü bir parçacık daha söz konusuydu ("Nötron" denen bu parçacığı Rutherford'un asistanı James Chadwick 1932'de bulur). Bu, bilimsel araştırmaya bol paranın henüz

akmadığı bir dönemdi. Cavendish'te bile deneyler, "derme çatma" denebilecek basit araçlarla sürdürülüyordu.

Rutherford'u ziyarete giden tanınmış bilim yazarı Ritchie Calder, gördüklerini şöyle anlatmıştı: "Konuşmamız sürerken bir ara, işlerin nasıl yürüdüğünü görmek ister misiniz?" diyerek kolumdan tuttu, beni laboratuvarın yüksek voltaj bölümüne götürdü. Karanlık denilebilecek bir odaya girmiştik; yapay bir şimşek çakıp duruyordu. Sonra parçalanmış atomları kaydeden bir sayacın tıkırtı seslerini duyduk. 'Atom parçalayıcı' dedikleri bir makinenin önündeydik; günümüzdeki yüksek voltaj akseleratörleriyle karşılaştırıldığında son derece ilkel kalan bir makine!

Rutherford ve ekibi işte bu araçlarla çalışıyorlardı. 'Paramız olmadığı için kafamızı kullanmak zorundayız,' diyordu Rutherford. O, yalnız araçlarının basitliğiyle değil, bilime yaklaşımındaki basit tutumuyla da övünç duymaktaydı. 'Kendim çok basit olduğum için,' diyordu, 'doğanın da temelde basit olduğuna inanıyorum'.

Rutherford, bir dizi seçkin fizikçi yetiştirmekle kalmadı, onlara büyük bir esin kaynağı da oldu. Nükleer fizik onun dünyasıydı. Bu alandaki öndeğerlerinden pek azı yanlış çıkmıştır. Yanılgılarından biri, çekirdekdeki saklı enerjinin sürgit kilitli kalacağı inancıydı. Ölümünden çok değil iki yıl sonra bu enerjinin atom bombasına dönüştürülebileceğine artık kesin gözüyle bakılıyordu. Neyse ki, şansı bir kez daha yüzüne gülmüştü: Hiroşima'daki korkunç patlamayı duymayacaktı.

Niels Henrik David Bohr

Kopenhaglıların, uzun bacaklı, sarkık çeneli, yumuşak sesli, sevecen bakışlı ve keskin zekalı genç fizikçi hakkında anlatmaktan hoşlandığı –Niels Bohr un bir anda her yerde olma ve her şeyi yapma anlaşılmaz yeteneğini simgeleyen-bir öyküdür onun futbol hayatı özellikle de Danimarka'nın Almanya'ya karşı oynadığı o önemli maçta. Ve o aynı zamanda, çevresinde bulunan herkeste en iyiyi ortaya çıkarma yeteneği.

En iyi arkadaşı ve dost rakibi Albert Einstein'ın dünyayla ilişkisi olmayan bilim adamı görüntüsünün aksine Bohr girişken ve iyi huylu olarak tanınmıştı. Niels tek başına bilim adamı değildi onun her zaman sahip olduğu özel yaşantısı vardı zor koşullarda bile oynadığı sporu futbolu vardı. Bohr bilim ve spordan sonra konuşmayı çok severdi. dostları sohbetinde hep onun konuştuğunu söyler aynada bile

sohbet edebilir fark eden bisey olmaz derlerdi.o bircogunun yaptığı gibi çalışmalarını karatahta üzerinde, laboratuarlarda yada koruluk ve bahçelerde yalnız gezerken değil hararetili bir tartışma içinde yapardı.onun en iyi cozomu bulduğu anlar tartıştığı anlardı.Bohr bu tekniğe doğuştan sahip olmamış bu tekniği çocukken Kopenhag'ta ailenin oturma odasında kardeşi ile oturup babasından dinlediklerini arkadaşlarına anlatarak öğrenmişti.bohrun dinlediği bu sohbetler sıradan söyleşiler değildi.Babaları Christian,Kopenhag üniversitesinde fizyoloji profosoru iyi konuşan ve bilim,sanat ve felsefeyle deriden ilgilenen ünlü bir doktordu;arkadaşları Kopenhagın seçkin aydınlarıydı.

Bohr bu sohbetlerden ve özellikle babasından çok etkilenmiş ve hayatını öyle yönlendirmişti.O bilim adamı olarak doğmamış kendi kendine hiçbir buluş yapmamıştı aksine bilim adamı olarak yetişmişti.Buluşlarını o döneminlüks sayılan laboratuvarlarında yapmış babasının nüfusu her zaman ona yardımcı olmuştu. Bohr bilim hayatından baksa din hayatın dada babasının yolunda olmuş hiçbir zaman tam bir azız olmamıştı. Ama dinsiz de değildi babasının ona okuttuğu alman düşünür Goethe'nin dini fikirlerini taşıyordu.

Ailesinin ikinci çocuğu ve ilk oğlu olarak 7 Ekim 1885 te dünyaya geldi. En büyük sansı beklide böyle bir aileye sahip olmasıydı. Bohr'un ailesi varlıklıydı.Christian Bohr,çocuklarını,merakları nı keşfetmeleri için onlara fırsatlar sağlayarak yüreklendirirdi.Bohr kardeşler insan sevgisi ve kültürün özgürce gelişmesini yüreklendiren bir çevrede büyüdüler.niels üniversitede de babasının nüfusundan yararlandı ve onun arkadaşlarından ders alma imkanı kazandı.1905 te niels fizik dünyasına atılmaya hazırıydı.danimarka kraliyet bilim ve edebiyat akademisi sıvılarda yüzey gerilimi üzerinde en iyi bilimsel bildiriye için ortaya koyduğu ödülü niels kazanmıştı.bu başarıda babasının katkıları azımsanmayacak kadar fazlaydı.hayatı boyunca yazmayı hiç sevmemiş olan bohra babası yazması için yalnız bırakmış birazda yureklendirmişti.o yazmayı sevseydi çok daha büyük isler basarabilirdi belki.niels daha çocukken atomun yapısı hakkında başlamış bir kargaşa vardı ve bu hala devam etmekteydi.atomla yakından ilgilenen bohr önce thomsanla çalışmaya başladı ama thomsan onun tezini okuma gereksinimi bile duymadı onu baksa bir çalışmaya yönlendirdi bu bohr için fazla dayanılır bisey degildi ve oradan ayrılma kararı alındığında rutherfordun yanına gitme kararı da coktan verilmişti.bohr

rutherfordun çalışmalarından ve en onamlısı kendisinden etkilendi.bu arada kendisini hem kültür hemde bilim alanında destekleyeceğine mandığı bir kadınla evlendi.sade bir dugunu vardı kendi gibi sade ve kısa medeni nikahla evlenmiş kılise uyeliginden ayrılmıstı ona gore bilimde dinin ısı olmazdı.bu ayrılma ısı cok daha once olmalıydı.o konuksan yaradılısı ve samımıyetıyla rutherfordu etkilemiş beraber uzun bir süre calısmısardı fakat ne birbirlerinden vazgeçmiş ne de birbirlerini tam manasıyla etkıleyebilmişlerdi.

Bohr Atom Kuramı

Saçıcı metal yapraktan floresans (çinko sülfürlü) ekrana gelen alfa parçacıklarının birim yüzeye düşen sayısı, metal yaprağın kalınlığıyla, metal yaprakta birim hacimdeki atom sayısıyla ve atomdaki çekirdek yükünün karesiyle doğru orantılıdır. Deneyle pek çok çekirdeğin yaklaşık küresel geometriye sahip oldukları ve tüm çekirdeklerin yaklaşık aynı yoğunluğa sahip olduğunu gösterdi. Thomson, kendi atom modelinde, elektronların pozitif madde içinde gömülü ve bu nedenle de hareket edemez olduğunu tasarlamıştı. Rutherford modelinde elektronlar durgun olamaz. Elektronlar elektrostatik çekim sonucu spiral bir hareketle çekirdeğe düşecektir (klasik fizik yasalarına göre)? Oysa atomlar yadsınamaz kararlılıklarıyla ortadadır.

Rutherford modeli şu iki soruyu yanıtlayamıyordu:

1. Elektronlar, çekirdek üzerine düşmeden nasıl hareket ediyor?
2. Çekirdek boyutu on üzeri eksi on dört metre ve daha küçük boyutlarda olduğu halde pozitif yük, bu küçük ve yoğun hacimde nasıl dağılmadan durabiliyordu?

Atomik yapı problemi ilgisini çekmiş olan Niels Bohr(1885-1962), yaratıcı cesaretli bir adım attı: klasik fiziğin bazı kurallarını bıraktı ve onun yerine atomik yapı problemine Max Planck'ın ve Albert Einstein'in kuantum kuramını uyguladı. Dikkate değerdir ki o zamanlar bilinen kuantum kuramının birkaç özelliği problemi çözebilirdi-klasik fizikle çelişki konusuna aldırış edilmediği sürece. Bohr, basitçe, çekirdek etrafındaki yörüngelerdeki elektronların ışık yaymadıklarını ve atomların yaydığı ışığın bir başka fiziksel yapının sonucu olduğunu varsaydı. Bohr, Planck'ın enerjinin kuantlaşması fikrinin, elektronlar için ancak belli yörüngelerin mümkün olduğu anlamına geldiğini gösterdi. Atomların kararlılığını açıklamak için Bohr,

yörüngedeki elektronun onun altına düşmeyeceği en düşük enerjili yörünge(daha doğrusu enerji düzeyi) konusunda bir önermede bulundu. Bir elektron daha yüksek bir yörüngeden,daha alçağına düşerken,böylece enerji kaybederken, bu elektronu taşıyan atom ışık yayar,bu da kaybedilen enerjiyi taşır. Yalnızca belli elektron yörüngelerine izin verildiği için,elektronların yörüngeler arasında yalnız belli sıçramalar olabilir ve sonuç olarak,yayılan ışığın enerjisi kuantlaşır.. Işığın enerjisi rengi ile bağlantılı olduğu için,atomlar tarafından ancak belli renklerde ışık yayılabilir. Bu şekilde Bohr'un kuramsal atom modeli, gizemli spektrum(tayf) çizgilerinin varlığını açıklamaktadır. Her farklı atomun tek ve belli renklerde ışık yaydığını ifade eden deneysel olarak gözlemlenmiş gerçek, atomların kuantumlu yapısını açığa çıkarmıştır. Bohr'un atomunun enerji düzeylerini imgelemenin bir yolu, harp gibi, yaylı bir müzik enstrümanı düşünmektir. Çalındığı zaman her yaydan belli bir titreşim veya ses çıkar. Benzer şekilde bir elektron,atomdaki yörüngelerde atarken, belli bir titreşimi veya rengi olan ışık yayılması olur. Bu da kesintili ışık tayfının kaynağıdır. Bohr yeni fikirlerini,tek bir protonla onun çevresinde yörüngede tek bir elektronu olan en basit atoma, hidrojene uyguladı. Böyle basit bir atom incelemenin avantajı,elektronun izin verilen yörüngelerinin kesin olarak hesaplanabilir olması ve bu nedenle de hidrojenden çıkan ışık tayfının belirlenebilmesidir.

Hidrojen atomuna uygulandığı kadarıyla Bohr kuramının temel fikirleri şöyledir:

1. Elektron, protonun çevresinde Coulomb çekim kuvvetinin etkisi altında dairesel bir yörüngede hareket eder.
2. Atomda yalnızca belirli yörüngeler karardır. Bu kararlı yörüngeler,elektronun(dolayısıyla atomun) ışımaya yapmadığı yörüngelerdir (Enerji sabit ya da kararlı olduğundan elektronun hareketini tanımlamak için klasik mekanik kullanılabilir).
3. Işık yaymayan atom,yani en düşük enerjili atom için temel durumdaki atom nitelemesi yapılır. Enerji almış bir atoma ise uyarılmış atom denir. Uyarılmış atomlar, temel duruma geçerken ışık yayımlar. Bu sıçramalı,ani geçiş,klasik olarak gösterilemez ya da ele alınamaz. Bu sıçramalı geçişte fotonun frekansı,elektronun yörüngesel hareketinin frekansından bağımsızdır.

4. Elektron yörüngesinin izin verilen büyüklüğü, elektronun yörüngesel açısal momentumuna dayanan ek bir kuantum koşulu ile belirlenir. Başka anlatımla elektron $n=1, 2, 3, 4...$ gibi özel tamsayılarla gösterilen baş kuant sayılı enerji düzeylerinde bulunabilir.

Bohr'un kendi teorik atom modeline dayanan hidrojen ışık tayfı ile ilgili hesapları, deneysel olarak gözlemlenmiş olan tayfa yeterince uygun sonuç verdi. Kuram ile deney arasında böyle uyum rasgele olamazdı. Bu durum, Bohr'un kuantum teorisinden aldığı fikirler bileşiminin doğru çıktığı anlamına geliyordu- bilimsel imgelem atomların kuantum yapısına ilk başarılı adımını atmıştı, insan zihninin yeni bir ortamı, bu durumda maddenin atomik yapısını kavrama konusundaki eski kapasitesi yine güçlü şekilde desteklenmişti. Çizgi spektrumunun kuramsal olarak çıkarılması başlıbaşına dikkate değer bir başarı olmasına karşın, Bohr'un anıtsal başarısı çok daha derin ve geniştir. Bu nitelik, Bohr'un 1913'teki üç kısımdan oluşan makalesinde dile getirilmiştir. Bohr,

1. Hidrojenin yayma spektrumuna göre soğurma spektrumunda görülen sınırlı sayıdaki çizgileri açıkladı;

2. Atomlardan yayılan x-ışınlarını açıkladı;

3. Elektronun kabuk modeline göre atomların kimyasal özelliklerini açıkladı;

4. Atomların moleküller oluşturmak üzere nasıl bir araya geldiklerini açıkladı.

Kuramsal fizikçiler Bohr'un fikirlerini aldılar ve daha karmaşık atomlara uyguladılar. Ancak, her büyük bilimsel ilerleme gibi, Bohr'un modeli pek çok yeni soruya-daha önce sorulamayan sorulara- yol açtı. Bir elektron ne zaman yörüngesini değiştirip atomdan ışık yayılmasına yol açar? yayılan ışık hangi doğrultuda ilerler ve neden? Bu sorular Einstein'ı zorladı. Klasik fiziğe göre, hareketin yasaları atom gibi bir fiziksel sistemin gelecekteki davranışını kesin olarak belirler. Fakat ışık yayan atomlar ani ve önceden belirlenmemiş şekilde hareket ediyor görünüyordular. Atomlar sıcıyor. Fakat neden ve hangi yönde? Einstein, aynı aniliğin radyoaktivitenin de özelliği olduğunu kavradı. Başlangıçta fizikçiler, atomların davranışını klasik elektromanyetizm teorisi çerçevesine uydurmaya çalıştılar ve ışık kuantumunu kullanmadan kuantum sıçramaları bilmeceğini yanıtlamak için umutsuz girişimlerde bulundular.

Bohr Atom Modeli, 1913

Her atomun bir çekirdeği ve elektronları olduğu anlaşılmıştı. Thomson, atomik hacmin pozitif elektrik yüküyle dolu olduğunu elektronların da bu pozitif yüklü ortamda gömülü, hareket edemez durumda bulunduğunu tasarlamıştı. Rutherford'un modelindeki elektronlar ise durgun olamaz. Bu elektronlar, kütlelerin ve pozitif yükün yoğunlaştığı çekirdek tarafından çekilir. Buna göre elektronları çeken elektrostatik kuvvete karşı onları yerinde tutacak hiçbir kuvvet yoktur. Klasik fizik (o zamana dek bilinen fizik yasalarına) göre elektronlar ivmelendirilmiş elektrikle yüklü parçacıklar olarak ışına yaparak saniyenin yüz milyonda biri kadar bir sürede(yol bu kadar) spiral bir hareketle çekirdek üzerine düşmelidir. Doğrudan denendiği başka olgularda başarılı olan elektromanyetik kuram, bu öngöründe başarılı olamadı. Çünkü çekirdekli atomunu yaşadığı bir gerçektir. Bu çelişki şu anlama geliyor: Makroskopik dünyada geçerli olan fizik yasaları, atomal boyutta, yani mikroskopik dünyada geçerli olmamaktadır. İncelenen olayın ölçeği küçüldükçe klasik fiziğin geçerliliği de azalıyor ve atom anlaşılacak istenirse kesinlikle dalgaların parçacık gibi, parçacıkların da dalgalar gibi davrandığını dikkate almalıyız. Günlük yaşantımızdan edinilen kavramlarla kuantum kuramının kavramları arasında hiç bir bağlantı yok ne yazık ki! Işığı ve elektroni, "hem dalga, hem parçacık" gibi, yani bu ikili tabiatı kavramaktan başka bir seçeneğimizin olmadığını anımsatmalıyım. Yine ileri gittik galiba. Daha ileri gideceğiz de gitmeden önce Bohr' un 1913'te ortaya koyduğu kuramın temellerini ve kendisini bir araştıralım. Niels Bohr, zamanındaki çağdaş bulguları birleştiren bir kuram üretti. Onun önünde biriken denel sonuçlar ve kendi buluşları şöylece özetlenebilir:

1. Rutherford'un 1911'de varlığını kanıtladığı çok yoğun, çok küçük hacimde istiflenmiş, pozitif yüklü atom çekirdeği; bu çekirdek çevresinde dolanan elektronlar.
2. Gaz halindeki atomların verdiği çizgisel tayf (spektrum) ve tayf çizgileriyle ilgili yasalar. Tayf çizgilerini başarıyla açıkladı.
3. Her elementin, insanlardaki parmak izi gibi, kendine özgü x-ışınları tayfi vermesi. Bohr, x-ışınlarını da başarıyla açıkladı.

4. Bütün bunları birbirine bağlamayı olanaklı kılan, Planck'ın 1900'de açıkladığı kuantum kuramı. Elektronun kabuk modeline göre, atomların kimyasal özelliklerini ve atomların nasıl molekül oluşturduklarını açıkladı.

Size Bohr' un daha 1913'te atomla ilgili neler dediğini anlatacağım. Ama şunu belirtiyim ki Bohr, yaklaşık 40 yıl yeni fiziğin, yani kuantum kuramının 1920'lerdeki aşamasının, Einstein'e karşı bilimsel itirazların en büyük adımıdır. Negatif yüklü, pek küçük kütleli elektronlar, pozitif yüklü olan ve neredeyse atomun kütlesinin tümünü taşıyan pozitif çekirdeğin çekimiyle neden çekirdek üzerine düşmüyor? Elektronlar her, enerjisi değil de belli enerjileri alabildiği için. Daha 1885'te J.Johann Balmer (1825-1898), hidrojen spektrumunun görünür bölgesini incelemiş ve her çizginin belli bir dalga boyuna karşılık geldiğini denel olarak göstermişti. İşte bu spektrum çizgilerinin aynı zamanda hidrojen atomu içindeki ayrı enerji düzeylerini de gösterdiğini Bohr gördü. Bohr, hidrojen atomunda her enerji düzeyinin belirli ve sabit bir enerjisi olduğunu anladı. Atom içindeki elektron işte bu belirli enerjileri alabiliyor, ama bunlar arasındaki herhangi bir enerji değerini alamıyordu. Işığın 'atomu' yani ışığın kuantumu fotondur. Bir madde, bir iki, üç, dört,... foton alabilir ya da salabilirdi. Ama söz gelişi bir buçuk, iki buçuk foton alıp veremezdi. Beyaz ışık, farklı dalga boyundaki ışınlar içerir. Newton, ışığa bakmaya başladığında ilk bulduğu şey beyaz ışığın renklerin karışımı olduğuydu. Beyaz ışık, bir cam prizmadan geçirildiğinde kırmızı ışık en az, mor ışık en çok kırılır. Kırmızıdan mora doğru, arada turuncu, sarı, yeşil, mavi ve menekşe renklerle yer alır. Kırmızı ışığın dalga boyu, mor ışığıkinden daha uzundur. Aslında görünen ışık uzun bir eşelin(skalanın) yalnızca küçük bir parçasıdır; tıpkı işitebileceğimizden daha yüksek ve daha alçak notalar içeren müzik skalası gibi. Işık skalası, frekans adı verilen sayılarla düzenlenir. Sayılar büyüdükçe ışık kırmızıdan maviye, mora ve mor ötesine geçer. Morötesi ışığı göremeyiz ama bu, fotoğraf filmlerini etkiler. Bu hala ışıktır, ama sadece sayı farklıdır. Eğer sayıyı artırmayı düşünürsek x-ışınlarına, gama ışınlarına ve ötesine erişiriz. Eğer öteki yönde değiştirirsek, maviden kırmızıya, kızılötesi(ısı) dalgalarına sonra televizyon ve radyo dalgalarına varırız. Newton, ışığın taneciklerden oluştuğunu düşünmüş ve bunlara " cisimcik"(korpüskül) adını vermişti. Bunda haklıydı (ama bu sonuca vardırıran akıl yürütmesinde hatalıydı). Işığın taneciklerden oluştuğunu biliyoruz; çünkü üzerine ışık düştüğünde tıkrıdayan, çok

duyarlı bir alet kullanır ve görürüz ki ışık zayıfladığında her tıkırtının sesi hâlâ aynı şiddetle çıkmakta,yalnız aralıkları uzamaktadır. Demek ki ışık yağmur damlalarına benzer-her bir küçük ışık topağına bir foton denir- ve ışığın hepsi aynı renkteyse "yağmur damlalarının" hepsi aynı boydadır.

1924'te Niels Bohr, Hendrik Kramers ve John Slater, atom düzeyinde enerji ve momentumun korunumu yasalarını terk etme pahasına bu yaklaşımı savunan bir yazı yazdılar- bu devrimci bir öneriydi. Çünkü bu yasalar en iyi test edilmiş fizik yasalar arasında bunuyorlardı. Bu önerini yapıldığı zamanda, korunum (sakinim) yasalarını tek tek atomik süreçler için geçerli olduğunu gösteren hiçbir doğrudan deneysel kanı olmamıştı. Ancak bu kısa sürede gerçekleşti. Arthur H. Compton ve A. W. Simon elektronlardan tek tek fotonlar,ışık parçacıkları saçılmasını sağladılar. tek tek elektronların izlerini görüntüleyen bir cihaz olan Wilson bulut bölmesi kullanarak, yüksek hassaslık derecesi ile tek tek atomik süreçler için korunum yasalarını doğruladılar. Fizikçilerin çoğu için 1925'te yapılan bu deneyler, Einstein'ın 1905 yılındaki ışık kuantumu önerisini destekledi. Rutherford ve Compton'un kiler gibi çok sayıda yeni deneyle atomun yapısı açığa çıkarılmıştı. Bu deneyler, teorik fizikçileri yeni ve bilinmeyen bir dünyaya geçmeye zorladı;alışılmış olar klasik fiziğin yasaları artık işlemiyor görünüyordu. Atomda insan zihni yeni bir mesaj almıştı-atomik mikrodünyanın yapısında yeni bir fizik açığa çıktı. Yüzyıllarca deney ve fiziksel teorilerle desteklenen determinizmin dünya görüşü yıkılmak üzereydi. Bohr, Compton ve Simon'un deneylerinin sonuçlarının, hem korunum yasalarını doğruluğu, hem de ışık kuantumu veya fotonun varlığı anlamına geldiğini kabul etti. Temmuz 1925'te şu sonucu özetledi: "Klasik elektrodinamik teorinin gerekli genelleşmesinin, doğanın tanımını bu güne kadar üzerine kurulmuş olduğu kavramlarda köklü bir devrimi gerektirdiği gerçeğine hazır olunmalıdır." Kuantum kuramının geliştiği o heyecanlı günlerde bir meslektaşı " Rutherford dostum, bugünlerde fizik nasıl?" diye sormuş, Rutherford da şöyle yanıtlamış: "Fizik hakkında söylenecek bir tek şey var; kuramcıların ayakları yere basmıyor, onları aşağı indirmek gene bize düşüyor." Nobel Ödüllü kuramsal fizikçi Steven Weinberg bu satırları aktardıktan sonra şunları yazıyor:

"Bir kuramcı olarak, benim bu tür kuram karşıtı duyguları üzüntüyle karşılamam doğaldır. Fakat gerçekte kuramcılar ve denevciler birbirleriyle genellikle iyi

geçinirler ve biri olmadan diğeri olamaz. Rutherford'un tutumu herhalde Şu nedene dayanıyor: Rutherford en büyük çalışmasını, çekirdek hakkında öylesine az Şey bilindiği dönemde yapmıştı ki, özenle hazırlanmış matematiksel bir kurama yer yoktu; gereken kuram neyse, onu Rutherford'un kendisi de sağlayabilirdi." Kuşkusuz burada nezaket ve denge söz konusu. Yine de gerçek Şu: Rutherford devrime hazır değildi; ama Bohr bu devrime hazırdı.

Modern Atom Kuramı:1920-1930

Modern atom kuramı, tümüyle kuantum kuramı temeli üzerinde yükseliyor. Artık modellenemeyen bir "matematiksel" betimlemenin içinde düşünmemiz gerek. Bu kuram, öncelikle çekirdek çevresindeki elektron "davranışı"nı belirler.

Elektron, bulunduğu zaman tümüyle bir parçacık olarak kavranmıştı. Ama sonraları, onun aynı zamanda bir dalga özelliği taşıdığı anlaşıldı. Elektron nedir? Parçacık mı? Evet. Dalga mı? O da evet! Peki çekirdek çevresindeki elektronların bulunduğu uzay parçalarını biliyor muyuz? Evet. Onlara orbital diyoruz. Orbitaller s,p,d ve f harfleriyle simgeleniyor. Niels Bohr, elektronların her enerjii değil, belirli enerjileri alabildiğini benimseyerek yeni atom kuramını geliştirmişti. Bohr, çok elektronlu atomların karmaşık tayf çizgilerini ise açıklayamıyordu.

Bir elektrik alan, bir atomun tayf çizgilerini, değişik frekanslarda,birkaç çizgiye daha ayırır(Stark Olayı)Bu da Bohr kuramı için bir bilmeceydi.

Atomların ışması bir manyetik alan içinde incelendiği zaman oluşan tayf çizgilerinin herbirinin bir kaç çizgiye ayrılması olayına "yarılma" denir. Çizgilerin ayrıklığı manyetik alanın şiddetine bağlıdır. Bir manyetik alanda tayf çizgilerinin yarılması olayını 1896'da Hollandalı fizikçi Pieter Zeeman (1865-1943) keşfetti. Zeeman olayı, uzay kuantumlanmasının etkili bir kanıtıdır.

Modern Atom Kuramının temeli üç büyük adıma dayanır:

1. Parçacıkların dalga özelliği göstereceğinin kestirilmesi, Louis de Broglie,1924.Broglie, o zamana dek birbirinden ayrıymış gibi duran iki eşitliği Planck eşitliği($E=hf$) ile Einstein eşitliğini ($E=mc^2$) birleştirdi,her parçacığın bir dalga özelliği taşması gerektiğini açıkladı.
2. Dalga mekaniğinin yani Schrödinger dalga denklemin denem denklemin keşfi. (Erwin Schrödinger ,1926.)

Schrödinger 1926 yaz aylarında dalga denklemi türetti. Dalga denklemine göre,örneğin, hidrojen atomunda elektronun konumu kuantize değildir, bu bakımdan,elektronun çekirdek civarında,birim hacim başına belli bir bulunma olasılığını düşünmemiz gerekir. Fakat öngörülebilir hiçbir konum, hatta klasik anlamda yörünge söz konusu değildir. Bu olasılıkçı söylem, hidrojen atomu üzerinde yapılan deneylerin, atomun bir bütün elektron (belirli bir bölgede bir elektronun yüzde 27'sini başka bölgelerde yüzde 73'ünü değil) içermekte olduğunu göstermesi gerçeği ile çelişmez; olasılık, elektronun bulunması ile ilgilidir ve her ne kadar bu olasılık uzayda dağılmış ise de elektronun kendisi dağılmış demek değildir.Madde dalgalarının gerçek dalgalar değil,dalga genliğinin karesiyle belirlenen olasılıkçı yorumunu Max Born yapmıştır. Ancak Schrödinger ve Einstein bu yoruma katılmamıştır.Ancak geçen zaman Born'u haklı çıkarmıştır.

3.Belirsizlik ilkesinin keşfi. Heisenberg,1927.

Elektronun yerini ve hızını aynı anda belirlemede sorun var mı? Var. Elektronun yerini belirleme konusunda yüzdeler veriyoruz. Elektron yüzde 90 olasılıkla şu atomik uzayda bulunabilir diye hesaplarımızın sonucunu veriyoruz. Bu olasılık, her ne kadar uzaya dağılmış ise de elektronun kendisi dağılmış demek değildir.

Elektronun atom içindeki yerini ışık kullanarak belirleyebiliriz. Belli dalga boyu olan bir ışıkla aydınlattığımız zaman, o dalga boyundan daha küçük ayrıntıları seçemeyiz. Bu iyi bilinen bir olgudur. Gerçekten badana fırçası ile bir İran minyatürü yapılamaz. Elektronun yerini “görmek” istediğimizde “gördüğümüz yer”, onun gerçek yeri değil de “fotonla itildiği yer” olacaktır. Burada kullanılan ışığın dalga boyu düzeyinde bir belirsizlik vardır. Bu belirsizlik, hiçbir zaman sıfıra indirilemeyecektir.Benzer sorun elektronun hızını ve ona bağlı olan momentumunu belirlemede de karşımıza çıkıyor.Elektronun yerini ve momentumunu asla tam bir kesinlikle belirleyemeyiz. Bu konuda olasılıklar düzeyinde konuşabiliriz. Evet, elektronun çekirdek çevresinde bulunabileceği olası bölgeleri bilebiliyoruz. Elektronun olası ve ortalama hızını ve dolayısıyla momentumunu bilebiliyoruz. Belirsizlik ilkesi Ama bunları tam bir kesinlikle bilemiyoruz. Tam bir kesinlikle bilemediğimiz çok şey var.

Orbital, matematiksel bir fonksiyon olmakla birlikte, ona fiziksel anlam vermeyi deneyebiliriz: Elektronu tanecik olarak düşünürsek orbital, atom içerisinde

elektronun bulunma olasılığı yüksek bir bölgeyi simgeler. Elektronu bir maddesel dalga olarak düşünürsek orbital elektron yük yoğunluğu yüksek olan bölgeyi gösterir. Elektron “tanecik” olarak kabul edildiğinde,elektronun belirli noktalarda bulunma olasılığından ;elektron “dalga” olarak kabul edildiğinde ise, elektron yük yoğunluğundan söz ederiz.

Yani elektronun konumu kuantize değildir,bu bakımdan,elektronun çekirdek çevresinde,birim hacimdeki bulunma olasılığını(dalga genliğinin karesine,yani dalga şiddetini) düşünmemiz gerekiyor. Dalganın şiddeti (genliğin karesi) bir bölgedeki foton sayısına, yani foton yoğunluğuna bağlıdır.

Modern Atom Teorisinin Modelinin Varsayımları

1. Elektronlar çekirdek çevresinde belirli enerji düzeylerinde bulunur. Her enerji düzeyi “n” ile belirtilir. Bu enerji düzeylerine baş kuant sayısı denir. Baş kuant sayısı orbitallerin çekirdekten ortalama uzaklığını ya da enerjisini belirler. Çekirdekten uzaklaştıkça enerji artar. Çünkü protonların elektronları çekim gücü azalır, buna bağlı olarak da elektronların hareketi ve enerjisi artar.
2. Elektronlar hem kendi çevrelerinde hem de çekirdek çevresinde döner. Elektronun kendi ekseni etrafında dönme hareketine spin hareketi, çekirdek çevresindeki dönme hareketine de orbital hareketi denir. Çekirdek çevresinde dönmeleri sırasında elektronların bulunma ihtimalinin yüksek olduğu geometrik bölgelere orbital denir. Dört çeşit orbital vardır.

s orbitali: Küresel bir şekle sahiptir. Birinci enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde bir tane s orbitali bulunur. En çok iki elektron alır.

p orbitali: İkinci enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde vardır. p orbitalleri, p_x , p_y ve p_z olmak üzere üç çeşittir. Aynı enerji düzeyinde bulunan üç orbitalin de enerjileri birbirine eşittir. En çok altı elektron alır.

d orbitali: Üçüncü enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde vardır. Beş çeşit d orbitali vardır. Aynı enerji düzeyindeki beş orbitalin enerjileri birbirine eşittir. En çok on elektron alır.

f orbitali: Dördüncü enerji düzeyinden itibaren her enerji düzeyinde enerjileri birbirine eşit yedi tane f orbitali vardır. En çok on dört elektron alır.

7. Ders Özeti: Periyodik Cetvelin Tarihi

Periyodik Tablo

Günümüzde kullanılmakta olan periyodik tablo bildiğimiz elementleri, bunların simgelerini, atom numaralarını ve bağıl atom kütlelerini gösteren bir tablodur. Bir elementin tablodaki yeri, metal mi, ametal mi yoksa yarı metal mi olduğunu ve sahip olduğu özellikleri gösterir. Periyodik tabloda, elementler öylesine sıralanmıştır ki özellikleri düzenli, yani periyodik, bir biçimde değişir. Tablonun adı da buradan gelmektedir. Günümüzde bilim adamları bu düzenliliğin var olduğunu biliyorlar, ama tablo nasıl ortaya çıktı?

19.yy boyunca birçok bilim adamı elementleri atomlarının “büyüklüğüne” göre sıraya koyan şemalar yapmaya çalıştı. Amaç bir atomun büyüklüğü ile özellikleri arasında bir ilişki bularak bunu göstermek ve benzer büyüklükteki atomlar arasında benzerlikler keşfetmekti. Aslında bir atomun büyüklüğü, atomun kütlesi demektir. Karbon-12’yi temel alarak bir atomun kütlesini diğer atomlara bağıl olarak hesaplamak mümkündür. Buna bağıl atom kütlesi denir. Bir elementin bağıl atom kütlesi izotoplarının kütlelerinin ortalamasıdır. Bunu bir elementin atomlarının ortalama kütlesi olarak da düşünebilirsiniz. Bir elementin BAK sı hep aynıdır.

Periyodik Tablonun Bulunuşu ve Tarihi

Elementin özelliklerini bir düzenlilik bulmak üzere yapılan ilk çalışmalar, Alman kimyacı Wolfgang Döbereiner (1780-1849) tarafından yapıldı. Döbereiner bazı elementlerin 3 lü gruplar halinde düzenlenebileceğine fark etti ve bu gruplara üçlü adını verdi. Belirli bir gruptaki bir element gruptaki diğer iki elementle benzer özelliklere sahipti. Döbereiner ayrıca elementleri BAK sırasına koyduğunda, ortadaki elementin BAK’ının diğer iki elementin BAK’larının ortalamasına hemen hemen eşit olduğunu gördü. Daha sonraları, İngiliz kimyacı John Newlands (1837-1898) elementleri sekizli gruplar halinde ayırdı ve bunlara oktav adını verdi; Newlands’ın oktavları bilim adamlarınca pek dikkate alınmadı.

- ✓ Bugünkü anlama yakın periyodik sistem, 1869 yılında Rus kimyacı Dmitri Mendeleev tarafından yapılmıştır. Benzer özellikler taşıyan elementleri arka arkaya dizdiğinde, atom kütlesine dayanan bir tablo elde etmiş ve o zamanlar bilinmeyen bazı elementlerin (skandiyum, galyum ve germanyum gibi) varlığını, hatta özelliklerini tahmin edebilmişti.

- ✓ 1870 yılında Alman bilgini Lothar Meyer (Lotar Meyır)de Mendeleev'den habersiz olarak, bir periyodik cetvel yapmıştır. Bu iki cetvel hemen hemen birbirinin aynıdır. Meyer; elementleri, cetvelinde fiziksel özelliklerine (atom hacimlerine) göre sıralamış, Mendeleev ise, elementleri fiziksel özelliklerini ele alacak yerde, değerliliklerini, yani kimyasal özelliklerini dikkate almıştır.
- ✓ 1895 yılında Lord Rayleigh, kimyasal olarak inert yeni bir gazı (argon) keşfettiğini bildirdi. Bu element periyodik tabloda bilinen hiçbir yere oturtulamadı.
- ✓ 1898 yılında William Ramsey bu elementin klor ile potasyum arasında bir yere konulabileceğini önerdi. Helyumda aynı grubun bir üyesi olarak düşünüldü.
- ✓ 1911' de Ernest Rutherford atom çekirdekleri alfa parçacıklarının saçılması deneyiyle çekirdek yükünün belirlenebileceğini gösterdi. Rutherford'un gösterdiği diğer bir şey de bir çekirdeğin yükünün atom ağırlığı ile orantılı olduğuydu.
- ✓ Yine 1911 de A.Van den Broek bir seri çalışmasıyla elementlerin atom ağırlıklarının atom üzerindeki yüke yaklaşık eşit olduğunu gösterdi. Bu yük daha sonra atom numarası olarak tanımlandı ve periyodik tablodaki elementleri yerleştirmede kullanıldı.
- ✓ Periyodik tablodaki en son büyük değişiklik, 20. yüzyılın ortalarında Glenn Seaborg'un çalışmasıyla ortaya çıktı. 1940 da plutonyumu bulmasıyla başlayan araştırması, 94 den 102 ye kadar olan tüm uranyum ötesi elementlerin bulmasıyla sürdü.
- ✓ Periyodik tablodaki lantanit serisinin altına aktinitler serisini yerleştirdi. 1951 de Seaborg bu çalışmaları ile kimyada Nobel ödülünü kazandı. 106 nolu element, seaborgiyum (Sg) olarak adlandırıldı.

Modern Periyodik Tablo

Mendeleev in başlıca hatası,elementlerin özelliklerini etkileyen şeyin kütleleri olduğunu düşünmesiydi. Aslında elementlerin özelliklerini atom numaraları belirler. Atom numaraları atomun kütlelerini etkiler,ancak asıl önemli olan kütle değildir.Atom numaralarının öneminin farkına varan İngiliz fizikçisi Henry Moseley

oldu. Elementlerin atom numaralarına göre dizildiğinde, Mendeleev'in tablosundaki hatalar giderildi. Bugün geçerli olan periyodik cetvel, Moseley tarafından düzenlenmiştir. Bugünkü periyodik cetvelde elementler atom kütlelerine göre değil atom numaralarına göre sıralanırken benzer özellikteki elementler alt alta getirilmiştir. Kimyasal özellikler gerçekte atom numaralarının periyodik fonksiyonudur

Periyodik cetvelde 116 element vardır ve hepsi de hayat için vazgeçilmezdir. Bu elementlerin 90 tanesi doğada bulunur, 26 tanesi de yapay elementlerdir. Doğada bulunan 90 elementin 10 tanesi ametal, 6 tanesi soygaz, 69 tanesi de metaldir. Oda sıcaklığında 11 tane element gaz halde, 2 tane element (Hg ve Br) ve geri kalan 77 element de katı halde bulunur

- ✓ Periyodik tabloda herbir yatay sıraya Periyot denir.
- ✓ Periyotlar enerji seviyelerini temsil eder.
- ✓ Düşey sütunlara ise Grup adı verilir.
- ✓ Gruplar değerlik elektron sayısını temsil eder.
- ✓ Periyodik tabloda 7 tane periyot; 8 tane A, 10 tane B grubu olmak üzere toplam 18 tane de grup mevcuttur

8. Ders Özeti: Kimyasal Bağların Tarihi

Kimyasal Bağlar

İki atomu yada iyonu bir arada tutan çekim kuvvetine kimyasal bağ denir. Çoğu durumda, bu çekim kuvveti bir atomun elektronlarıyla ikinci bir atomun pozitif yüklü çekirdeği arasındaki kuvvettir. Kimyasal bağların kararlılığı kuvvetli kovalent bağlardan zayıf hidrojen bağlarına değişiklik gösterir.

Kimyasal Bağların Tarihi

İki taneciği bir arada tutan kuvvet olarak bağ kavramı maddenin parçacıkları kadar eskiye dayanır. M.Ö 100 yıllarında Asklepiades atom kümelerinin varlığını kuramsal olarak düşünüyordu. Bu düşüncede de parçacıkları bir arada tutan kuvvetlerin olduğuna işaret eder. Aynı zamanda Romalı şair Lucretius eserinde atomları kanca şekilli ek parçalar bağlı küreler olarak tarif etmişti. Lucretius'a göre iki komşu atom birbirine kancalarıyla dolaştığı zaman atomlar bağlanmış olur. Atom kavramı tam açıklığıyla anlaşılana dek bağ kavramında çok az ilerleme oldu. 1803 yılında John Dalton atom teorisini açıkladığı zaman, bileşik atomlarının oluşumunun

atomların birbiriyle birleşmesiyle olacağı varsayımında bulundu. Bileşikteki atomların birbirlerine bitişik olduğunu düşündüyse de Dalton'un bu bağ kavramı varsayımı tutarlı değildi.

1811 de Amedeo Avogadro'nun önerdiği ve daha sonra Stanislao Cannizzaro tarafından geliştirilen molekül kavramının gelişmesiyle kimyasal bağ konusunda daha ileri teoriler sağlanmıştır.

Kimyasal Bağın Gösterimi

Kimyasal bağla ilgili çok güçlü varsayımlardan bazıları organik kimya alanında olmuştur. Organik bileşiklerin yapısını anlamak için yapılan çalışmalarda örnek olarak Friederik Kekule carbon atomunun dört değerli yani dört atoma bağlanabileceğini önermiştir. Uzun zincirler halinde birbirine bağlanacağı hipotezini ortaya atmıştır.

Kekule atomların birbirine nasıl bağlandığı hususunda çok açık görüşü yoktu ama bu bağların geometrisini göstermek için bir sistem geliştirmiştir. Bu sistem kimyacılar için hantal bir yapıya sahipti. Bundan dolayı İskoçyalı kimyacı Archibald Scott Couper tarafından önerilen sistem yerini almıştır. İki atom arasındaki bağın (-) kesik çizgi işaretiyle gösterilebileceğini önerdi. Bu ölçüde, bir su molekülü H-O-H yapısal formülüyle gösterildi.

Bu sistem hala günümüzde de vardır. Bir moleküldeki atomların düzeni element sembolleriyle birbirine bağlanan element atomlarının arasına (-) kesik çizgi konularak gösterilir.

Modern Kimyasal Bağ Teorisi

Uzun çalışmalarla J.J. Thomson'ın 1897 de elektronu keşfiyle kimyasal bağ problemi için gereken çözüm bulundu. Çoğu kimyacının kafasını karıştıran mesele aynı yüke sahip iki parçacığın nasıl birleştiğiydi.

Bu ikileme cevap genç Alman kimyacı Rizhard Abegg'in çalışmalara başlamasıyla çıkmaya başladı. 1900'lü yıllarda Abegg bir sonuç vardı. Buna göre soy gazlar kararlı elementlerdir çünkü en dıştaki elektron kabuklarında daima 8 elektron vardır. Abegg elementlerin bu şekilde en dış yörüngelerini 8 elektrona tamamlamak için birbirleriyle birleşebileceğini söyledi. İyonik bağın ilkesin ortaya koydu. İyonik bağ bir atomun bir yada daha fazla elektronu verip ikinci bir atomun bu elektronları almasıyla oluşan bağlıdır.

Abegg bir balon kazasında ölünce çalışmaları bir kaç bilim adamı tarafından geçirildi. Bu bilim adamlarından önde gelenleri Alman kimyacı Walther Kossel ve Amerikan kimyacılar Irving Langmuir ve Gilbert Newton Lewis'di.

Birbirlerinden bağımsız olarak çalışan bu araştırmacılar atomların birbirine bağlanabileceği ikinci bir metotla çıktılar. Tamamen elektronları vermek yada almak yerine atomların elektronları paylaşabileceğini ortaya attılar. Örneğin (CH₄) molekülünde karbonun 4 değerlik elektronunun her biri dört hidrojen atomunun her birinden tek bir elektronla paylaşılır. Bu karbona en dış kabuğunda 8 elektron olmasını ve hidrojene de 2 elektron olmasını sağlar. Birbiriyle elektron çiftlerini paylaşan atomlardaki kimyasal bağlar kovalent bağlardır.

Lewis bu kavramı göstermek için yeni bir sistem geliştirdi. Lewis sistemi elektron nokta sistemidir. Her atom, sembolü ve en dış yörüngesindeki bağ yapan ya da değerlik elektronlarıyla gösterilir. Böylece iki ya da daha fazla atomun birbiriyle nasıl elektronları paylaştığı gösterilerek formülü ifade edilmiştir.

Bağ Çeşitleri

Modern bağ teorisindeki gelişmelerden en kayda değer olanı fazlasıyla Amerikan kimyacı Linus Pauling'e aittir. Kariyerinin ilk zamanlarında 1920'li yıllarda Avrupa'da olan fizikteki köklü değişiklikleri öğrendi. Bu köklü değişiklikler izafiyet teorisi, kuantum mekaniği, belirsizlik prensibi, enerji ve maddenin dönüşümü ve fizikteki diğer yeni kavramalar.

Bu buluşlardan dolayı çoğu fizikçi fiziğin temel prensiplerini tekrar formüle etme ihtiyacını hissettiler. Çok az kimyacı fizikteki bu değişiklikleri kendi alanlarıyla ilişkisini görebildi. Bunlarda biri Pauling'di. Pauling quantum mekaniğinin kimyasal bağın yapısını anlamak için nasıl kullanabileceğini sormaya başladı.

En düşük enerjili hale gelmek için iki atomun birbiriyle nasıl reaksiyon vereceği onun üstlendiği işti. Atomların ne tam iyonik ne de tam kovalent bağ yapabileceği onun ortaya koyduğu buluşları arasında. Atomlar bağ yapmak için tamamen elektronları almazlar, vermezler yada eşit bir şekilde paylaşmazlar.

Elektronegativite

Elektronegativite Pauling'in bu kavram için geliştirdiği terimdi. Elektronegativite genel anlamda bir kovalent bağdaki elektronları çekme eğilimidir. Elementlerin sayısal elektronegativite değerleri maksimum (flüor için) 4.0 dan (sezyum için) 0.7 ye

değişir. Flüor ve sezyum atomları arasında ki bağ iyonik bağdır çünkü flüor elektronlar sezyumdan daha güçlü çeker. Diğer taraftan, kobaltla (elektronegativite= 1.9) silikon (elektronegativite= 1.9) arasında oluşan bağ iki atomda elektronlara eşit çekim uygulamalarından dolayı hemen hemen tam kovalent bağdır.

Modern bağ anlayışında bağ çeşitleri tam kovalent veya tam iyonik olarak ayrılma yerine bu iki nokta arasında olduğu düşünülür. Bir kimyasal bağın durumu bağ yapan atomların elektronegativitedeğerleri arasındaki farkla tahmin edilir. Fark büyüdükçe bağ daha iyonik, fark küçüldükçe bağ daha kovalent.

Polarlık

Önceki tartışmaya göre çoğu kimyasal bağ polardır. Yani bağın bir tarafı diğer tarafından daha pozitifdir. Hidrojen (elektronegativite= 2.2) ile kükürt (elektronegativite= 2.6) arasında oluşan bağda elektronlar ne iki atoma aittir nede eşit şekilde paylaşılmıştır. Hidrojen - kükürt bağını oluşturan elektronlar daha çok kükürt atomunun bölgesinde bulunur. Böylece hidrojen - kükürt bağının kükürt tarafı negatif ve hidrojen tarafı daha pozitifdir.

Kompleks İyonlu Bileşikler

Bazı kimyasal bağlarda bağ oluşturan elektronlar tek bir atomdan gelir. Birinin elektron çiftiyle diğerinin pozitif yüklü çekirdeği arasında ki çekim kuvvetiyle iki atom bir arada tutulur. Böyle bileşikler kompleks iyonlu bileşiklerdir.

Bu bağ çeşidinin bir örneği bakır (II) iyonlarıyla amonyak molekülü arasında reaksiyondan oluşan bağdır. Amonyak molekülündeki azot atomu başka atomlarla bağ yapmada kullanılan eşlenmemiş elektron çiftine sahiptir. Bakır (II) iyonu bakır amonyum iyonu $Cu(NH_3)_4^{2+}$ oluşturmak için dört amonyak molekülü tarafından sarılır.

Çift Ve Üçlü Bağlar

Şimdiye kadar tanımlanan bağlar tekli bağlardı. Bu bağlar tek bir elektron çiftinden oluşur. Genellikle iki atom iki elektron çiftini paylaşarak bağ yaparlar. Çift bağ (=) şeklinde iki çizgi olarak gösterilir. Çift bağlı bir bileşiğin formülü mesela etilen için: $H_2C=CH_2$.

Bileşikler aynı zamanda üç elektron çiftinin paylaşılmasıyla iki atom arasında üçlü bağ yaparlar.

Diğer Bağ Çeşitleri

Diğer bağ çeşitleri de vardır. Örneğin metal atomlarını bir arada tutan metal bağı. Metallik bağ bütün metal atomlarının elektron bulutunu paylaşmasıyla oluşan bağdır. Elektron bulutu atomların en dış enerji seviyesindeki elektronlardan oluşur.

Hidrojen bağı iki atom yada iyon arasında var olan zayıf çekim kuvvetleridir. Örneklesek su molekülündeki hidrojen-oksijen bağları polardır. Bu bağların hidrojen tarafı kısmen pozitif oksijen tarafı da kısmen negatiftir. İki su molekülü yan yana geldiğinde birbirlerine bir çekim kuvveti uygularlar. Çünkü kısmen negatif olan oksijen ucu diğer molekülün hidrojen ucuna bir çekim kuvveti uygular. Biyolojik sistemlerde hidrojen bağları çok önemlidir. Maddeleri bir arada tutmak için güçlüdür ama kimyasal değişmelerin olması için kolayca birbirinden ayrılabilir.

Van der Waals kuvvetleri diğer bir kimyasal bağ şeklidir. Elektriksel olarak nötr olan moleküller arasında vardır. Elektronların hızlı bir şekilde kaymasından yada yer değiştirmesinden dolayı molekülde anlık pozitif ve negatif bölgelerin oluşmasıyla ortaya çıkar. Bundan dolayı çok zayıftır.

EK 7. DENEY II GRUBU DERS SUNUMLARI

1-2. Ders Sunumu: Modern Kimyanın Doğuşu Ve Kütlelenin Korunumu Kanunu Sabit Oranlar Kanunu-Katlı Oranlar Kanunu

MODERN KİMYANIN DOĞUŞU



Kimya biliminin modern anlamda gelişme yoluna çabması hemen hemen 18. yy'ın sonlarını beklemiştir. Bu gelişimin önemli bir nedeni maddenin yapısına ilişkin eski teorinin hala egemenliğini sürdürmüş olmasıdır. Bir başka nedeni de 17 ve 18. yylarda ortaya çıkan yeni yanma teorisiydi.

Kütlelenin korunumu kanunu nedir???

► Kimyasal reaksiyonlarda, reaksiyona giren maddelerin kütleleri toplamı, reaksiyondan sonra oluşan maddelerin kütleleri toplamına eşittir. Buna **kütlelenin korunumu kanunu** denir.

KÜTLENİN KORUNUMU KANUNU

► Lavoisier kütlelenin değişmezliğini ve dolayısıyla maddenin ortadan kaldırılamaz olduğunu ispatladı.



► Kapalı kaplarda yaptığı deneylerde kimyasal tepkimeler sırasında kütlelenin değişmediğini saptayarak kütlelenin korunumu yasasını sunmuştur.



Lavoisier'e yardımcı olan bazı bilim adamları

- (1783-1848) JEAN-BAPTISTE LAVOISIER
- (1731-1810) HENRY CAVENDISH
- (1733-1790) JOSEPH BLACK
- (1733-1792) MIKHAIL LOMONOSOV



Flogiston

► Gabriel Venedi, herhangi bir madenin yanması sonucunda kütlelenin azaldığını görmüştür. Bu azalmaya sebep olan şeyin maddenin ruhu (flogiston) değil, uzun yıllar önce ispatlanmadığı için **flogiston** kabul görmüştür.

MOLEKÜL

► Bir kimyasal formül atomların nasıl düzenlendiği yani molekül yapısı konusunda bilgi vermez. Bu tür bilgilerin açıklanması da her özel olarak bir molekülün ağırlığının nasıl atomların nasıl düzenlendiğini bir formülasyonu olduğunu gösteren stokiyometri olmaktadır.

Sabit oranlar kanunu

► Kimyasal analiz kurucularından olan PROBLET, kaymağı ne olursa olsun süxun bileşiminin değişmediğini tanımladı.

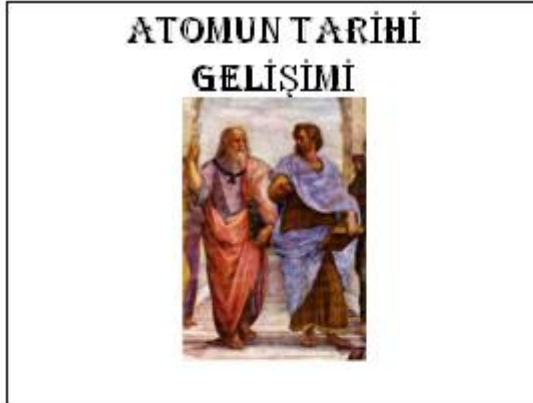


Katlı oranlar kanunu

► 1803'te John Dalton, katlı oranlar yasasını önermiş ve kanıtlanmış.
► İki element arasında iki ve daha çok bileşik oluşursa, elementlerden birinin kütleleri sabit tutulduğunda, oranları birleşen ikinci elementin kütleleri arasında basit tam sayılı bir oran vardır.



3.DersSunumu: Atomun Tarihi Gelişimi



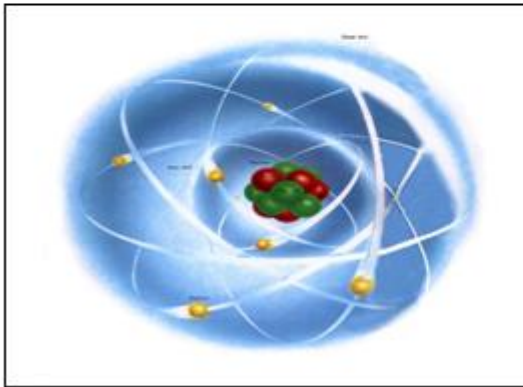
Atom

Atom nedir? "Maddenin en küçük yapıtaş"ı Peki, "madde" nedir? Elle Miya götle gördüğümüz her şey Atomsal, doğru olmasa dağın bu yanlarını hepisi ama biraz eksik... Örneğin ben bir maddeyim, yani benim de en küçük yapıtaşım atomlar. Yani atom benim için "yararlı" bir yapıdır. Aynı şekilde yaşadığımız, okuduğumuz sandalye, yaptığımız kalem ve hatta onun mizahı, içtiğimiz su, soluduğumuz hava... Bunların hepisi madde ve hepsi de atomlardan oluşmuş. Peki nedir bu atom? Etrafımızda gördüğümüz tüm maddelerin sonunda bu "madde" nesnelere neye benzer? Her şeyden ötürü, acaba internet de yapıtaşları var mı?

Akına bakarsanız, bu sorular yüzüfller öncesiinden de sorulmuş. Hatta "atom" sözcüğünün ilk etimolojisi 10. yüzyıla kadar uzanıyor. O dönemde yaşayan Demokritus adı bir filozof, bu düşünce öne sürerek atomu ve atomları açıklıyor. Bir elma alın ve onu küpe bölün. Sonra bu yarımların birini tekrar küpe bölün ve böylece sürdürün... Demokritus'a göre, bu şekilde yarımlar parçalanıp bölüneceği devami etmezse, sonunda küpe bir an gelecek ki artık bölünemeyeceğiniz kadar küçük bir parça ekile edilecektir yani bölünmez bir maddenin en küçük parçasıdır. Bu düşünceyi destekleyen bir parçaya Demokritus Yunanca'da "bölünmez" anlamına gelen "atomos" adını vermiş.

Demokritus, bu kavramı ortaya atıyor ama bunu o dönemin diğer bilim adamlarına inandırılmıyor. Çünkü bu düşünce en büyük filozof Arist'o ya, Zaten Arist'o reddediyor, bir bulgı verdir diye dışlıyor ve önememiyor. Hatta Demokritus'la ötekiler yüzüfller sonra bile tamamiyle unutulmuş.

Ta ki, 2000 yıl kadar önceye, yani 1909'un başlarına kadar. Bilim adamları maddenin yapısını anlamaya yönelik çalışmalarında ilerliyoruz ve artık parçacıkları karıştırmıyor. İngiliz bilim adamı Dalton, deneyleri sırasında, maddeleri oluşturduğunu yapılarını tanımlayarak bir temel öğelere ilişkin iki kanunla ekledi. Ondan sonra da keşifler aralı sona devami etmiş.



Atomun varlığı keşiften sonra da, yapısını anlamaya yönelik bir çok kuram ortaya atılmış. Bunlardan ilki J. J. Thomson adı bir İngiliz fizikçi'den geliyor.

Thomson, 1907 yılında atomun bir parçası olan ekli yükü elektronları keşifmiş. Thomson'a göre atomun içinde ekli yükü elektronları taşıyan pozitif ekli yükü parçacıklar olması gerekiyordu. Thomson, atomu bir "tatlı kek" e benzetiyordu. Çünkü ekli yükü elektronlar, kekün diğer kısımları ile aynı yükü madde.

Bundan daha doğru bir model, 1911 yılında atomun içinde aynı yükü bir çekirdeğe olması gerektiğini keşifmiş Ernest Rutherford geliştirmiş. Rutherford'un atom model, Güneş Sistemi'nin yapısına benziyor. Ortada Güneş, yani aynı yükü çekirdek ve çevresinde dolaşan gezegenler, yani ekli yükü elektronlar. Rutherford'un bu modeline göre çekirdek atomun çok küçük bir parçası. Çünkü atomun boyutunu Dünya kadar büyütsek bile çekirdek çekirdek en fazla bir futbol stadı büyüklüğüde kalıyor. Rutherford daha da önemli bir adım atarak, çekirdek içinde aynı yükü parçacıkları yani protonları keşifmiş ve protonların elektronlardan 1836 kez daha ağır olduğunu bulmuş.

Fakat bu model de bazı kuramsal sorunlar çıkarıyor. 1912 yılında Danimarkalı fizikçi Niels Bohr, bu kuramsal sorunları çözüme bir model oluşturmuş. Bohr'un atom modelinde, yine çekirdek aynı yükü bir çekirdek, fakat sadece belirli yörüngelerde dolaşabilen ekli yükü elektronlar var. Bundan sonraki gelişmeler, Bohr'un atom modelini düzeltmeye yönelik. Bu gelişmelerden biri, çekirdekte aynı yükü proton dışında, "nötron" adı verilen parçacıkların da olduğu. Nötronlar da 1932 yılında, James Chadwick, keşiflerini yapıyor demeye gelince bir defakasına keşifmiş.

Atomun tam bir modelini oluşturamadıkları önemli yönleri, Kuantum Mekaniği adı verilen fizik dalının gelişmesiyle oldu. Bugünkü biliminizin temeli bu fizik dalının gelişmesiyle ekilde

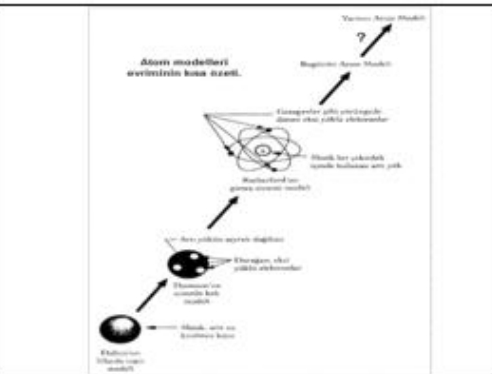


Ekilde, Antik bugün atom ve yapısı hakkında epeyce bilgiye sahibiz. Kuantum kuramına göre, atom, aynı yükü bir çekirdek ve etrafında dalga gibi hareket edebilen elektronları bulunduran oluşan madde bir "neuma"...

Atomların Öze Kily Var Mı?

Akına, atomlar her ne kadar maddelerin yapıtaşları olarak tanımlansa da, gördüğümüz gibi atomları da daha küçük yapıtaşları var. Demokritus'un elma benzetisi bir buçuk değil de, gözünüzün modern mikroskopları kullanarak dışlanabilir. Tabii ki, elmayı keserek değil, bölünerek yapılabiliyor bunu. Elmanın bir parçasını gördüğümüz mikroskop altında büyütürsek, önce elmanın dış yapısını, daha içini de görebiliriz devami ederseniz molekülleri adını verdiğimiz atom gruplarını çıkarırız. Küçükler, ki ya da daha fazla atomun "atomal bağ" adı verilen şekilde bir araya gelmesi sonucu oluyor. İşte, madde dediğimiz nesnelere katı (sıvı) gibi, sıvı (su) gibi veya gaz (hava) gibi olmasını sağlayan şey, bu moleküllerin bir araya gelme biçimi. Moleküllerin birleşiminde çok sıkı sıkıya bağlanması ve birbirlerinden kopamayacakları maddeler kalı halinde, atomlar, kopmamak şartıyla birleşen etrafında hareket edebiliyorlarsa sıvı halinde, atomları oluşturduğu moleküller serbestçe hareket edebiliyorlarsa gaz halinde oluyor.

Demek ki, biraz daha büyütürsek atomlara ulaşıyoruz. Tanımladığımız parçacıklar, atomlar madde değil. Çekirdek moleküller için en azından katı, sıvı veya gaz halinde olabilir. Fakat, bu halinden önce için katılaşmış bir bağ, yani en az bir atoma gereksinim var. Dolayısıyla tek başına bir atom ne katı,



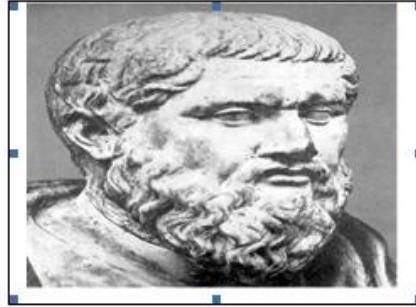
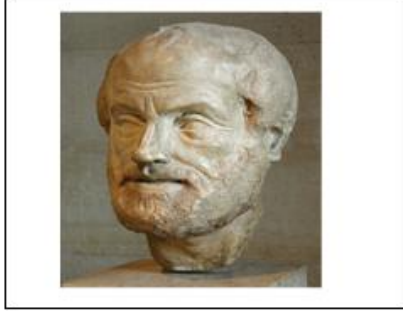
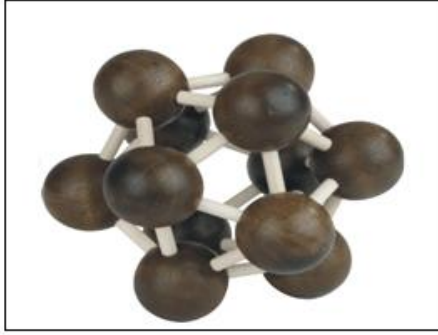
ne sıvı, ne de gaz yani ne de madde. Ancak bir araya gelince madde oluşturuyorlar. Bu anlamıyla maddenin yapıtaşları Atom, mikroskopumuzda büyütüldüğünde sadece bazı parçacıklar mikroskopları yok, fakat bilim adamları başka yöntemlerle bunu yapıyorlar. Biz sine de yapılabildiğimiz (sıvıya) başta da söyledikimiz gibi, Güneş Sistemi'ne benzer bir yapıya karışıyoruz. Ortada bir çekirdek ve etrafında dolaşan elektronlar. Elektron bulunduran geçip çeri dölünüz ve maddeler yapı taşları çekirdeği taşıyor. Bölünmeye devami ediyoruz ve çekirdeğin içine bakıyoruz. Burada nötron ve protonları karıştırmış.

Elektronlar ekli yükü ve hafif, protonlar aynı yükü ve ağır, nötronlar ise yüküzsü ve ağır parçacıklar. İlk ve kille gibi kavramlar atomları birbirlerinden ayırtılmakta kullanılıyor. Çünkü çok sayıda atom var ve bunların hepsini, elektron, proton ve nötron sayıları farklı. Bir atomdaki elektronların sayısı, o atomun atom numarası (AN) veriyor, bu sayı aynı zamanda o atomun çekirdeğindeki proton sayısına da eşit. Proton ve nötron sayılarının toplamı ise atomun kille numarası (KN) veriyor. Örneğin en basit yapıya sahip atomlardan biri olan helyumun atom numarası 2 ve kille numarası 4 yani 2 proton, 2 nötron ve 2 elektrona var ve "He", şeklinde simgeleniyor. Havada bulunan oksijen atomunun ise atom numarası 8 ve kille numarası 16'dır...

Daha sonra gelececek. Son bir gayretle proton ve nötron da içine bakıyoruz ve sonunda daha temel parçacıkları görüyoruz. Bunlara da "kuark" adı veriliyor. İşte, maddenin içine yitirildiğimizin "küçük" son duruşu bularayın gibi geliyor. Buradan daha ileri girmemiz mümkün değil.

Aynı bir sonuç çıkarabiliriz. Maddenin en küçük yapıtaşları kuarklar. Kuarklar bir araya gelince proton ve nötronlar, bunlar da elektronları taşıyan atomlar, atom molekülleri, moleküller de maddeleri (sıvıya örneği gibi) oluşturuyor.

Gördüğümüz kadarıyla atomdan neye kily var, yani kuarkları Peki kuarklardan neye? Bunu henüz bilmiyoruz. Ancak bu, bu bilimeye göre anlamına geliyor. Demokritus'un bugüne katıldığı yıl, bilimin, her atında olduğu gibi, maddenin temel yapılarını anlamada da bize vereceği daha çok şey olduğunu da gösteriyor.



5. Ders Sunumu: Atom Modellerinin Tarihi

**İLKÇAĞLARDAKİ ATOM FİKİRLERİ
VE BÜYÜK DÜŞÜNÜRLER**

Eski zamanlarda bilim adamları her şeyin belli bir cisimden oluştuğunu düşünüyordu. Bunun ismiyle atom fikri ortaya çıktı.

THALES (MÖ 640-546)

Eski Yunan ve Anadolu filozofinin babası olan Thales, her şeyin sudan geldiğini düşündü. Her şeyin suya dönüştürebildiğini düşündü. Suyun cisimlere dönüştüğünden dolayı ve ayrıca suyun gaz, liquid ve solid gibi 3 ayrı hali olduğunu düşündü.

DEMOCRİTUS (MÖ 470-400)

Democritus her şeyin atomlardan oluştuğunu düşündü. Her şeyin sudan geldiğini düşündü. Her şeyin suya dönüştürebildiğini düşündü. Suyun cisimlere dönüştüğünden dolayı ve ayrıca suyun gaz, liquid ve solid gibi 3 ayrı hali olduğunu düşündü.

ARİSTO (MÖ 384-321)

Aristo her şeyin dört elementten oluştuğunu düşündü. Her şeyin suya dönüştürebildiğini düşündü. Suyun cisimlere dönüştüğünden dolayı ve ayrıca suyun gaz, liquid ve solid gibi 3 ayrı hali olduğunu düşündü.

JOHN DALTON

- Doğum tarihi 6 Eylül 1766 olan John Dalton Cumberland' in Englishfield

- Maddelerin atom birleşimiyle yapıldığı hipotezine modern fizikal bilimlerin keşifleri sonucu olan İngiliz kimyacı ve fizikçi olan John Dalton bu alanda olan fizikçi olarak çoktan başladı. Dalton genç yaşta da atomların varlığına inanıyordu ve bir çok alanda yaptığı çalışmalar ve yaptığı araştırmaları okuduğu gibi yapıyordu. Dalton ise o Dalton New College üniversitesinde matematik ve fizik öğretim görevlisiydi.

- 12 yaşına geldiğinde, kendisi okumaya başladığı yetmişinden fazla kitap okudu. 1795 yılında ise fizik ve kimya derslerinde öğretmen olarak çalışmaya başladı. Dalton ise o Dalton New College üniversitesinde matematik ve fizik öğretim görevlisiydi.

- Dalton, atomun birleşimiyle oluşan yeni bir maddeyi oluşturduğunu, bu yeni birleşimlerin, birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını ve bu yeni birleşimlerin, birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını söyledi. Bu atom teorisini geliştiren ilk bilim insanıdır.

ÇALIŞMALARI

- Gazların birleşimiyle ilgili çalışmaları

- Aynı türün atomları birleşiminde birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını ve bu yeni birleşimlerin, birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını söyledi. Bu atom teorisini geliştiren ilk bilim insanıdır.

- Birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını ve bu yeni birleşimlerin, birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını söyledi. Bu atom teorisini geliştiren ilk bilim insanıdır.

- Birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını ve bu yeni birleşimlerin, birleşimdeki maddelerin özelliklerini yansıttığını söyledi. Bu atom teorisini geliştiren ilk bilim insanıdır.

ELEMENTS			
Hydrogen 1	Strontian 86		
Azot 14	Barium 137		
Carbon 12	Iron 56		
Oxygen 8	Zinc 70		
Phosphorus 31	Copper 64		
Sulphur 32	Lead 207		
Magnesium 24	Silver 197		
Lime 56	Gold 197		
Soda 46	Platina 197		
Potash 79	Mercury 200		

Dalton'un birleşimi ve atom teorisini atom teorisini geliştiren ilk bilim insanıdır.

- 1. Bütün maddeler en küçük birim olan atomlardan oluşmuştur.
- 2. Kütle ve hacimle bakıldığında değişik birleşim atom vardır. Bir elementin bütün atomları birbirinin aynıdır ve diğer elementlerin atomlarından farklıdır. Bir element, aynı cins atomlardan oluşmuş maddedir.
- 3. Atomlar parçalanamaz ve yeniden yapılmazlar.
- 4. Atomlar birleşerek molekülleri oluştururlar. Bir bileşimin her molekülü birbirinin aynıdır. Bir molekül, bir veya birden fazla atomun birleşiminden oluşur.
- 5. Kimyasal reaksiyonlar belli şartlarda atomların yer değiştirmesiyle olur.

ATOM MODELLERİ

- ★ DALTON ATOM MODELİ
- ★ J. THOMSON ATOM MODELİ
- ★ BOHR ATOM MODELİ
- ★ RUTHERFORD ATOM MODELİ
- ★ MODERN ATOM MODELİ

DALTON



DALTON ta sa ferdan qalib in de n ille a tom ta orial bilim sa l çalişma rta rta bnaş bnaş qalib a ayılır.



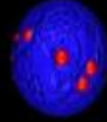
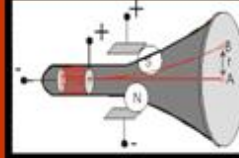
THOMSON



Elektronun keşfiyle ilgili olarak yaptığı çalışmaların için 1906'da Nobel Fizik Ödülünü almıştır.



THOMSON'UN ÇALIŞMALARI

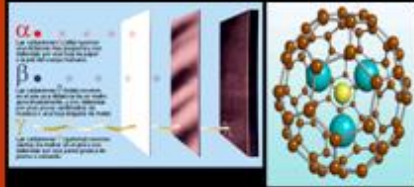


RUTHERFORD



Geliştirdiği atom modeli bilinen en büyük katkıdır. 1908'de Nobel Kimya Ödülünü almıştır. 1922'de ROYAL SOCIETY'nin en büyük ödülü olan COPLEY MADALYASI ile ödüllendirilmiştir. 1925'de bu kurumun başkanı seçilmiştir.

RUTHERFORD'UN ÇALIŞMALARI

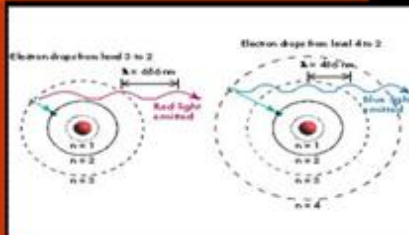


BOHR

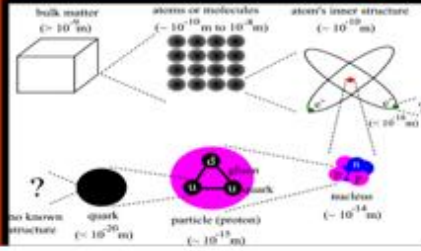


Atom üzerindeki çalışmaları için 1922 yılında NOBEL ÖDÜLÜ'nü almıştır. Önemli olanı, atomun enerji seviyeleri ve elektronların bu seviyelerde bulunmasıdır.

BOHR'UN ÇALIŞMALARI



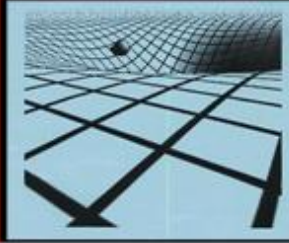
BOHR ÇALIŞMA 2



SCHROEDİNGER



SCHROEDİNGER

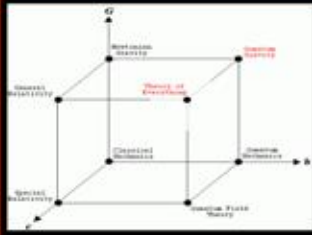


BROGLİE

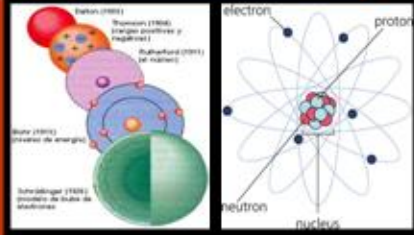


Marakat halindeki her bir cisim için, bir dalga özelliği vardır.

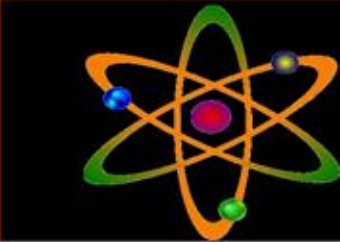
BROGLİE'NİN ÇALIŞMALARI



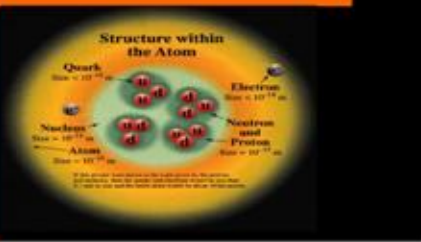
MODERN ATOM MODELİ



MODERN ATOM MODELİ 2



ATOMUN YAPISI



7. Ders Sunumu: Periyodik Cetvelin Tarihi

PERİYODİK TABLO VE TARİHÇESİ

PERİYODİK CETVELİN TARİHÇESİ

Elementlerin belirli bir kurala dayanan atom numaralarına göre sıralanmasıyla oluşturulan ve her element için karakteristik pek çok anahtar bilgi içeren bazı ortak özelliklerine göre sistematik olarak gruplandırıldığı cetvel **periyodik cetvel** denir.



Periyodik tablo, bilinen tüm elementler belli bir düzene göre çizen ve inceleneyi kolaylaştıran bir sistemdir. 31 Aralık 1869 yılında D.A.R. Mendeleev, elementlerin atom kütlelerine göre sıralanmış ve bir elementin kendinden önceki elementlere benzeyen özellikler gösterdiğini ifade eden "Özellikler Yasası"na ortaya koymuştur. Daha sonra 1869 yılında **Dmitri Mendeleev**, benzer özellikler taşıyan elementleri altına altına döşendiği, atom kütlelerine dayanan bir tablo elde etmiş ve o zamanlar bilinmeyen bazı elementleri (skandiyum, galjen ve germaniyum gibi) varlığını, hatta özelliklerini tahmin etmiştir.

TABELLE II

GRUPPE I	GRUPPE II	GRUPPE III	GRUPPE IV	GRUPPE V	GRUPPE VI	GRUPPE VII	GRUPPE VIII
Li, K, Rb, Cs, Fr	Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra	B, Al, Ga, In, Tl	C, Si, Ge, Sn, Pb	N, P, As, Sb, Bi	O, S, Se, Te, Po	F, Cl, Br, I, At	Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pt, Au, Hf, Ta, Nb, Mo, W, Mn, Cr, V, Ti, Zr, Hf, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Sc, Th, U, Pa, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr
1	2	3	4	5	6	7	8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

Mendeleev'in ilk periyodik tablosu. Çizgilerle gösterilen boş alanlar, tablonun hazırlandığı tarihte henüz varlığı bilinmeyen elementlere aittir. Dikey sütunların üzerinde yer alan sembollerse, 19. yüzyıl stilinde yazılmış molekül formleridir.

Dalton'un atom teorisinden sonra bilim adamları elementleri fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre düzenlemek için çaba sarfetmişlerdir. Bu çalışmalar göstermiştir ki bazı elementler kimyasal özellikleri bakımından çok benzermektedir. Örneğin **Lityum, Sodiyum ve Potasyumun** özellikleri gibi.

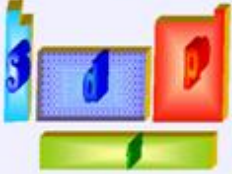
1911'de **A. Van den Broek** bir seri çalışmasıyla elementlerin atom ağırlıklarının atom üzerindeki yüküne yaklaşık eşit olduğunu gösterdi. Bu yük daha sonra **atom numarası** olarak tanımlandı ve periyodik tablodaki elementleri yerleştirmede kullanıldı.

MODERN PERİYODİK TABLO

- Periyodik cetvelde 116 element vardır ve hepsi de hayat için vazgeçilmezdir. Bu elementlerin 90 tanesi doğada bulunur, 26 tanesi de yapay elementlerdir. Doğada bulunan 90 elementin 10 tanesi ametal, 6 tanesi sıvı gaz, 69 tanesi de metaldir. Oda sıcaklığında 11 tane element gaz hâlde, 2 tane element (H₂ ve Br₂) ve geri kalan 77 element de katı hâlde bulunur.

PERİYODİK TABLONUN GÖRÜNÜM ÖZELLİKLERİ

I- Periyodik cetvel 4 ana bloktan oluşmuştur; **s, p, d ve f**



AÇIKLAMA	
METALLER	Genellikle katı haldedirler. Isı ve elektriği iyi iletirler. Döğülerek toz ve levha haline getirilebilirler
YARI METALLER	Bunları amallerden daha iyi ısı ve sıcaklığı iletirler, ancak metallere göre iletkenlik özellikleri genellikle amallere benzerler. Oda sıcaklığında katıdır
AMETALLER	Isı ve elektriği çok kötü iletirler. Sert ve kırğıdır. Oda sıcaklığında katı sıvı ve gaz halinde olanları vardır. Sert ve kırğıdır

I. SOLDAN → SAĞA doğru

1. Atom numarası artar.
2. Kütle numarası artar
3. Değerlik elektron sayısı artar.
4. İyonlaşma enerjisi artar.
5. Ametallik özellik artar.
 - a) Elektron alma isteği artar.
 - b) Oksitli bileşiklerinin sulu çözeltisinde asit özelliği artar.
 - c) Hidrojeni bileşiklerinde asit özelliği artar.
 - d) Ametallik aktiflik artar.
6. Son enerji seviyesi değişmez.
7. Atom hacmi azalır.

PERİYODİK TABLONUN KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Periyodik cetveldeki kimyasal özellikleri:

I. Soldan sağa doğru

II. Yukarıdan aşağı doğru

olmak üzere iki bölüme ikiyeceğiz

II. YUKARIDAN ↓ AŞAĞI doğru

1. Atom numarası artar
2. Kütle numarası artar
3. Değerlik elektron sayısı değişmez
4. İyonlaşma enerjisi azalır
5. Metallik özellik artar.
 - a) Elektron verme isteği artar.
 - b) Oksitli bileşiklerinin sulu çözeltisinde baz özelliği artar
 - c) Hidrojeni bileşiklerinde asit özelliği artar. (ametal gruplarında 5A, 6A ve 7A)
 - d) Metallik aktiflik artar.
6. Son enerji seviyesi artar.
7. Atom hacmi artar.

8. DersSunumu: Kimyasal Bağların Tarihi

KİMYASAL BAĞLAR

Her tanecik bir arada tutan kuvvet olarak bağ kavramı modern kimyacılar kadar eskiye dayanır.

M.O 100 yıllarında A.Kelebekoğlu atom kimyasının varlığını kavramını ileri sürdü. Bu dönemde kimyacılar bir arada tutan kuvvetlerin olduğunu söylemişlerdir.

Aynı zamanda Democritus'un atom kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

Leucippus'un görüşleri kimyasal bağ kavramını kavramlaştırdığı gibi atomun varlığını da göstermiştir.

Atom kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

1803 yılında John Dalton atom teorisini açıkladığı zaman, büyük atomların birleşmesi atomların birleşmesiyle birleşmesiyle oluşan kimyasal bağlar oldu.

Bileşiklerin atomlarının birleşmesiyle oluşan kimyasal bağların oluşması da Dalton'un birleşmesiyle oluşan kimyasal bağ kavramını tanımladığıdır.

1811 de Avogadro Avogadro'nun birleşmesiyle oluşan kimyasal bağ kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

KİMYASAL BAĞIN GÖSTERİMİ

Kimyasal bağın gösterimi için kullanılan kimyasal bağ kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

Kimyasal bağın gösterimi için kullanılan kimyasal bağ kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

Kimyasal bağın gösterimi için kullanılan kimyasal bağ kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

Kimyasal bağın gösterimi için kullanılan kimyasal bağ kavramını tanımladığından itibaren kimyacılar bağ kavramını ileri sürmüşlerdir.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Bell-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

İki atom arasında iki bağın (-) her iki çarpı işaretleriyle gösterilebileceği izlenim vardır.

Bu bağda bir atomun Lewis H-O-H yapısı ile diğerinin gösterilebilir.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

MODERN KİMYASAL BAĞ TEORİSİ

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

BAĞ ÇEŞİTLERİ

Modern bağ teorilerinde kullanılan en yaygın üç tür atomik orbitallerdir: s, p ve d orbitalleri.

Modern bağ teorilerinde kullanılan en yaygın üç tür atomik orbitallerdir: s, p ve d orbitalleri.

Modern bağ teorilerinde kullanılan en yaygın üç tür atomik orbitallerdir: s, p ve d orbitalleri.

Modern bağ teorilerinde kullanılan en yaygın üç tür atomik orbitallerdir: s, p ve d orbitalleri.

Modern bağ teorilerinde kullanılan en yaygın üç tür atomik orbitallerdir: s, p ve d orbitalleri.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

ELEKTRONEGATİVİTE

Elektronegativite bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Elektronegativite bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Elektronegativite bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Elektronegativite bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Elektronegativite bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

POLARLIK

Çekim kuvveti bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Çekim kuvveti bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Çekim kuvveti bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Çekim kuvveti bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

Çekim kuvveti bir atomun bir bağda elektronları çekme eğilimini gösterir.

KOMPLEKS İYONLU BİLEŞİKLER

Bu bağda Lewis kuralı geçerli değildir. Ancak Lewis-Scott Özyerler bağlarında ise aynı durum geçerli olur.

ÇİFT VE ÜÇLÜ BAĞLAR

Çift bağ (C=C) iki çarpı ile gösterilebilir. Üçlü bağ (C≡C) üç çarpı ile gösterilebilir.

Çift bağ (C=C) iki çarpı ile gösterilebilir. Üçlü bağ (C≡C) üç çarpı ile gösterilebilir.

Çift bağ (C=C) iki çarpı ile gösterilebilir. Üçlü bağ (C≡C) üç çarpı ile gösterilebilir.

DİĞER BAĞ ÇEŞİTLERİ

Diğer bağ çeşitleri arasında metal-organik bileşikler, organometalik bileşikler ve organometalik bileşikler yer alır.

Diğer bağ çeşitleri arasında metal-organik bileşikler, organometalik bileşikler ve organometalik bileşikler yer alır.

Diğer bağ çeşitleri arasında metal-organik bileşikler, organometalik bileşikler ve organometalik bileşikler yer alır.

Diğer bağ çeşitleri arasında metal-organik bileşikler, organometalik bileşikler ve organometalik bileşikler yer alır.

Diğer bağ çeşitleri arasında metal-organik bileşikler, organometalik bileşikler ve organometalik bileşikler yer alır.