

T.C.
Marmara Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı
Kimya Öğretmenliği Bilim Dalı

**BİLİMİN DOĞASI VE BİLİMSEL TARTIŞMA İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ
BİLİMİN DOĞASI EĞİTİMİNİN LİSE 10. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN
DOĞASI ANLAYIŞLARI, TARTIŞMA BECERİLERİ VE KİMYA DERSİNE
KARŞI TUTUMLARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

İlkay Buket ATAÇ ÖZDEMİR
Doktora Tezi

Danışman
Prof. Dr. Filiz KABAPINAR

İstanbul - 2017

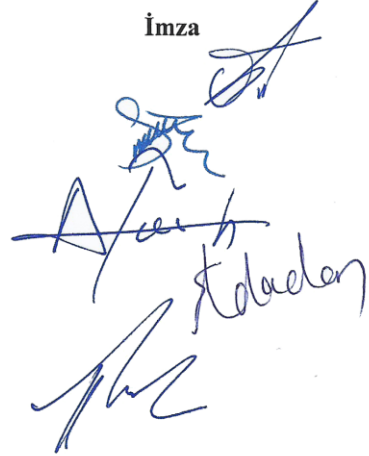
Tüm kullanım hakları M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.

© 2017

ONAY

İkay Buket ATAÇ ÖZDEMİR tarafından hazırlanan "Bilimin Doğası ve Bilimsel Tartışma ile Birleştirilmiş Bilimin Doğası Eğitiminin Lise 10. Sınıf Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışları, Tartışma Becerileri ve Kimya Dersine Karşı Tutumları Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması" başlıklı bu çalışma, 05 Haziran 2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	İmza
TEZ DANIŞMANI	Prof. Dr. Filiz KABAPINAR	
JÜRİ ÜYESİ	Prof. Dr. Fatma ŞAHİN	
JÜRİ ÜYESİ	Prof. Dr. Ayşenur TOĞROL	
JÜRİ ÜYESİ	Doç. Dr. Emine ADADAN	
JÜRİ ÜYESİ	Doç. Dr. Osman Serhat İREZ	



ÖZGEÇMİŞ

1990	Kocaeli Anadolu Lisesi
1999	Boğaziçi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Kimya Öğretmenliği Lisans Programı
2000	İstek Özel Atanur Oğuz Lisesi, Kimya Öğretmeni
2002	Yeditepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi Yüksek Lisans Programı (MBA)
2004	İstanbul Ümraniye 75. Yıl Cumhuriyet Lisesi, Kimya (İngilizce) Öğretmeni
2006	İstanbul Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi, Kimya Öğretmeni
2007	İstanbul Haydarpaşa Anadolu Lisesi, Kimya Öğretmeni
2008	İstanbul Kadıköy Anadolu Lisesi, Kimya Öğretmeni
2009	Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Lisansüstü Programı
2013	İstanbul Ataşehir Anadolu Lisesi, Kimya Öğretmeni
2017	VKV Koç Özel Lisesi, Kimya Öğretmeni

İLETİŞİM BİLGİLERİ

Görev Yaptığı Kurum: VKV Koç Özel Lisesi

E-posta Adresi: ilkaya@koc.k12.tr, ilkaybuketatac@hotmail.com

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde desteğini her zaman hissettiğim, birikimi ve değerli görüşleri ile tez yazma sürecinde her zaman elinden gelen yardımı gösteren danışmanım Prof. Dr. Filiz Kabapınar’a, ders aşamasında değerli birikimlerini bizlerle paylaşan sayın hocalarım Prof. Dr. Musa Şahin, Doç. Dr. Musa Üce ve Doç. Dr. Hakan Sarıçayır’a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreç boyunca değerli görüş, öneri ve yardımları ile tezimin gelişmesine yardımcı olan Doç. Dr. Emine Adadan ve Doç. Dr. Serhat İrez’e çok teşekkür ederim.

Uygulama boyunca çalışmalarına destek olan 2012-2013 Eğitim-Öğretim Yılı Ataşehir Anadolu Lisesi 10. Sınıf öğrencilerine, öğretmenlerine ve idarecilerine teşekkürlerimi sunarım.

Doktora boyunca birlikte ders aldığım, her birinden çok şey öğrendiğim sevgili arkadaşlarım Candan Cengiz, Serhat Sadi Barutcuoğlu ve Oya Ağlarıcı’ya çok teşekkür ederim.

Bütün bu süreç boyunca her zaman desteğini, sabrını ve sevgisini gösteren sevgili eşim Kasım Burak Özdemir ve canım kızım Nehir Özdemir’e sonsuz teşekkür ederim.

Çocukluğumdan beri bana kitap okuma sevgisi ve çalışma azmi aşılayan, beni bugünlere getiren canım annem Demet Ataç ve canım babam Yalçın Ataç’a teşekkürlerimi sunarım.

İlkay Buket ATAÇ ÖZDEMİR

ÖZET

Bu çalışmada ortaöğretim 10. sınıf kimya öğretim programına entegre (doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım) edilmiş bilimin doğası eğitimi ve bilimin doğası eğitimi ile bilimsel tartışma yöntemi bir arada kullanılarak yapılan öğretimin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerine, bilimsel tartışma becerilerine ve kimya dersi tutumlarının gelişmesine etkileri araştırılacaktır. Araştırmada aynı konuların öğretiminde bir gruba bilimsel tartışma yöntemi ve bilimin doğası eğitimi beraber uygulanırken, diğer gruba sadece doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitimi öğretim yöntemi olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise öğretim programının öngördüğü yapılandırmacı yaklaşım doğrultusundaki öğretim gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada nitel ve nicel araştırma desenlerinin bir araya getirilmesi ile oluşan karma araştırma yönteminden yararlanılmıştır. Nitel araştırma desenlerinden durum çalışması ve nicel araştırma desenlerinden “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu İstanbul’da bir Anadolu Lisesi’nde okuyan 87 10. Sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmanın veri toplama araçları Mantıksal Düşünme Yeteneği Ölçeği, Kimya Dersi Tutum Ölçeği, Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeği (VNOS-C) ve Sosyo-bilimsel senaryolardır. Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeği (VNOS-C) ve Sosyo-bilimsel senaryolarda yer alan açık uçlu sorular ideografik analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir. Nicel verilerin analizinde ise parametrik testlerden ilişkili gruplar t-testi, ilişkisiz gruplar t-testi ve ANOVA kullanılmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular her iki deney grubunda bulunan öğrencilerin bilim doğası anlayışlarının kontrol grubu öğrencileri ile karşılaştırıldığında belirgin bir şekilde geliştiğini göstermektedir. Aynı zamanda deney gruplarının daha yüksek oranda argüman, karşı argüman ve çürütücü kullanabildikleri ve bilimin doğası görüşlerini sosyo bilimsel senaryolarda bulunan sorulara transfer edebildikleri de tespit edilmiştir. Argüman eğitimi verilen grubun her iki senaryoda da argüman oluşturma, karşı argüman geliştirme ve çürütücü kullanma sayılarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Her iki öğretimi alan (bilimin doğası eğitimi ve bilimsel tartışma yöntemi) deney grubunun hem argüman oluşturma becerileri hem de bilimin doğası

görüşleri açısından daha fazla geliştiği söylenebilir. Son olarak ilişkili grup t-testi sonuçlarına göre deney gruplarının (deney 1 ve deney 2) kimya dersi tutum ölçeği son test puanları kontrol grubunun son test puanlarına oranla istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Bilimin doğası, doğrudan-yansıtıcı yaklaşım, tarihsel yaklaşım, argümantasyon, bilimsel tartışma becerileri, kimya dersi tutum ölçeği, sosyo-bilimsel senaryolar



ABSTRACT

The present study aimed to design instructional approaches to improve students' understanding of NOS, argumentation skills and attitudes towards chemistry lesson and to evaluate their effectiveness regarding students' NOS understandings and argumentation skills. A mixed research design was adopted in the study. A quasi experimental design was benefitted as a quantitative part where case study formed the qualitative part. Two experimental groups were involved in the design. First experimental group blended argumentation activities with explicit-reflective nature of science teaching integrated targeted grade 10 chemistry concepts. Second experimental group included only explicit-reflective nature of science teaching activities integrated with target chemistry concepts. In this design control group received instruction based on constructivist approach as required by the chemistry curriculum. All groups were thought by the same teacher to control the instructor variable.

Participants were 10 graders ($n= 87$) who were attending one of the Anatolian High School located in İstanbul. Reasoning skill indicator, chemistry attitude scale, Nature of science views questionnaire (VNOS-C) and Socio-scientific scenarios were main data collection tools used in the study. Students' open-ended responses to the questions in VNOS-C and socio-scientific scenarios were analysed ideographic ways since the study aimed to characterise students' NOS understanding and way of using argument component. Thus, the categories develop throughout the data analysis. Quantitative data was analysed using dependent samples t-test, independent samples t-test and ANOVA.

The results of analysis highlighted general improvements in both experimental group participants' views of NOS and argumentation skills. They also revealed that students in experimental groups could transfer their NOS views and use argumentation skills in a different context (socio-scientific scenarios). The experimental group that involved in teaching activities concerning both argumentation and NOS constructed high level of arguments as the number of counter arguments and rebuttals were higher than the other study groups (experimental 1 and control). Thus, it is possible to say that the students in this experimental group developed more than the students in the second experimental

group regarding argumentation skills and nature of science views. Statistics regarding the change in students' chemistry attitudes indicated a significant difference between post scores of students in the experimental groups and those of control group. Students in the experimental groups received much higher scores in the attitude scale as compared to students in the control group. Independent samples t-test results showed that there is a statistically significant increase in experimental groups' post attitude scale towards chemistry scores.

Key words: Nature of science, argumentation, explicit-reflective approach, history of science, socio-scientific scenario, attitude scale toward chemistry



İÇİNDEKİLER

ONAY.....	i
ÖZGEÇMİŞ	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xx
KISALTMA VE SEMBOLLER.....	xxi
BÖLÜM I. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	3
1.2. Araştırmanın Amacı.....	6
1.3. Araştırmanın Önemi	8
1.4. Sınırlılıklar	9
1.5. Sayıtlar.....	10
1.6. Tanımlar	10
BÖLÜM II. ALAN YAZIN	12
2.1. Bilimin Doğası	12
2.1.1. Teorik Çerçeve	12
2.1.2. Bilimin Doğası Tanımı ve Özellikleri	13
2.1.3. Bilimin Doğası Bileşenlerine İlişkin Farklı Görüşler	18
2.1.4. Bilimin Doğasına Tarihsel Bakış	20
2.1.5. Bilimin Doğası İle İlgili Alan Yazın	25
2.1.5.1. Dolaylı Bilimin Doğası Öğretimi ile İlgili Alan Yazın	25
2.1.5.2. Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi ile İlgili Alan Yazın	28
2.2. Argümantasyon.....	35
2.2.1. Argümantasyon Tarihi.....	36
2.2.2. Argüman Biçimleri.....	37
2.2.2.1. Analitik Argüman.....	37
2.2.2.2. Retorik Argüman	38
2.2.2.3. Diyalektik Argüman	38
2.2.3. Argümantasyon Modelleri.....	39
2.2.3.1. Toulmin Modeli	40
2.2.3.2. Zohar ve Namet Modeli.....	42
2.2.3.3. Kelly ve Takao Modeli	42

2.2.3.4. Sandoval Modeli.....	43
2.2.3.5. Lawson Modeli	44
2.2.3.5. Walton Argümantasyon Şemaları	45
2.2.4. Argümantasyon İle İlgili Alan Yazın	45
2.2.5. Bilimin Doğası ve Argümantasyon ile İlgili Alan Yazın	51
BÖLÜM III. YÖNTEM.....	58
3.1. Araştırmanın Modeli	58
3.1.1. Karma Araştırma Yöntemi	59
3.1.2. Nitel Araştırma Yöntemi	61
3.1.3. Nicel Araştırma Yöntemi	62
3.2. Çalışma Grubu.....	64
3.3. Veri Toplama Araçları	66
3.3.1. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)	66
3.3.2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KTÖ)	67
3.3.3. Bilimin Doğası Ölçeği (BDÖ/NOS).....	67
3.3.4. Sosyo-Bilimsel Senaryolar (SBSÖ)	69
3.4. Öğretim Tasarımlarının Planlaması ve Uygulanması.....	71
3.4.1. Kontrol Grubunda Yapılan Öğretim.....	74
3.4.2. Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Bilimin Doğası Öğretimi (Deney 1 Grubu).....	75
3.4.2.1. Periyodik Tablonu Yarat	76
3.4.2.2. Periyodik Tablonun Tarihçesi.....	77
3.4.2.3. Periyodik Özellikler.....	79
3.4.2.4. Bilimsel Modeller	80
3.4.2.5. Kimyasal Bağ Kavramının Gelişimi.....	80
3.4.2.6. Gazlar-Teori-Kanun İlişkisinin Açıklanması.....	80
3.4.2.7. Gerçek Gazlar	81
3.4.2.8. Sıvılarda Yüzey Gerilimi	82
3.4.2.9. Bilimin Doğası Kavramlarının Tekrarı.....	82
3.4.3. Bilimin Doğası ve Argümantasyon Öğretimi (Deney 2 Grubu).....	83
3.4.3.1. Argümantasyon Kavramının Tanıtılması ve Argümantasyon Eğitiminin Verilmesi	83
3.4.3.2. Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Argümantasyon Öğretimi	85
3.5. Verilerin Çözümlemesi.....	87
3.5.1. Nicel Verilerin Çözümlemesi	88
3.5.2. Nitel Verilerin Çözümlemesi.....	89
3.5.2.1. Nitel Verilerin Sayısallaştırılması.....	91
3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği	93
3.7. Araştırmacının Rolü.....	96
3.8. Etik Değerler	97
BÖLÜM IV. BULGULAR	98
4.1. Araştırmaya Katılan Grupların Eşdeğerliğini Gösteren Nicel Verilerin Analizi	98
4.2. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri	99
4.2.1. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Deney ve Gözlemlerden Elde Edilen Verilere Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri.....	100
4.2.2. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri.....	124
4.2.3. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunların Değişebilir Doğasına İlişkin Görüşleri.....	137
4.2.4. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimde Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri	147

4.2.5. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri.....	163
4.2.6. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Görüşleri	172
4.2.7. Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Görüşleri	180
4.3. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri.....	187
4.3.1. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Deney ve Gözlemlerden Elde Edilen Verilere Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri.....	187
4.3.2. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri	213
4.3.3. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunların Değişebilir Doğasına İlişkin Görüşleri.....	225
4.3.4. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimde Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri	235
4.3.5. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri.....	250
4.3.6. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Görüşleri	259
4.3.7. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Görüşleri.....	267
4.4. Öğrencilerin Sosyo Bilimsel Senaryolarda Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramları ve Argüman Becerilerine İlişkin Bulgular.....	276
4.4.1. Argümantasyon Analizi.....	276
4.4.2. Bilimin Doğası Kavramlarının Analizi.....	285
4.4.2.1. Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası.....	286
4.4.2.2. Bilimsel Bilginin DeneySEL Doğası.....	288
4.4.2.3. Bilimsel Bilginin Öznelliği.....	291
4.5. Öğrencilerin VNOS-C testinde Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramı ile Sosyo-Bilimsel Senaryolarda Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramları Arasındaki İlişki, Öğrencilerin Sosyo-Bilimsel Senaryoya Bilimin Doğası Görüşlerini Transfer Etme Düzeyleri.....	294
4.5.1. Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön test ve Son test Puanları	296
4.5.2. Gruplar Arası Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanları Karşılaştırılması.....	298
BÖLÜM V. SONUÇ	300
5.1. Yargı ve Tartışma	300
5.1.1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Yapılandırmacı Öğretim Doğrultusunda Bilimin Doğası Görüşlerindeki Değişime İlişkin Sonuçlar	300
5.1.2. Bilimin Doğası Öğretiminin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışlarının Gelişmesine Etkisi ile ilgili Sonuçlar	302
5.1.3. Bilimin Doğası Öğretiminin ve Bilimsel Tartışma Yönteminin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışlarının Gelişmesine Etkisi ile İlgili Sonuçlar	307
5.1.4. Yapılan Öğretimlerin Öğrencilerin Bilimsel Tartışma Seviyelerinin Gelişmesine Etkisi ile ilgili Sonuçlar	311
5.1.5. Öğrencilerin Bilimin Doğası Görüşlerini Sosyo-Bilimsel Senaryolara Transfer Edebilmeleri ile ilgili Sonuçlar	311
5.1.6. Kimya Dersi Tutum Ölçeği ile ilgili Sonuçlar.....	312
5.2. Öneriler.....	313
KAYNAKÇA.....	316
EKLER	331
Ek 1. Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (VNOS-C)	331

Ek 2. Sosyobilimsel Senaryolar – 1.....	337
Ek 3. Sosyobilimsel Senaryolar – 2.....	339
Ek 4. Kimya Dersi Tutum Ölçeği	341
Ek 5. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi.....	342
Ek 6. Argümantasyon Hazırlık Çalışması	351
Ek 7. Argümantasyon Aktiviteleri – 1	353
Ek 8. Argümantasyon Aktiviteleri – 2	354
Ek 9. Argümantasyon Aktiviteleri – 3	356
Ek 10. Argümantasyon Aktiviteleri – 4	360
Ek 11. Argümantasyon Aktiviteleri – 5	362
Ek 12. Argümantasyon Aktiviteleri – 6	364
Ek 13. Argümantasyon Aktiviteleri – 7	366
Ek 14. Argümantasyon Aktiviteleri – 8	369
Ek 15. Periyodik Tablonu Yarat Aktivitesi	373

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Nitel Desen Veri Toplama Araçları	62
Tablo 3.2. Ön test-Son test Kontrol Gruplu Seçkisiz Desen (Creswell, 2003, s. 170).....	63
Tablo 3.3. Nicel Desen Veri Toplama Araçları	64
Tablo 3.4. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları Dağılımının Kolmogorov-Smirnov Z Testi Sonuçları	65
Tablo 3.5. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları ANOVA Testi Sonuçları	65
Tablo 3.6. Çalışma Grubunun Katılımcı Sayıları, Yüzdeleri ve Cinsiyet ve Yaş Dağılımları....	66
Tablo 3.7. Ön test ve Son testlerde Kullanılan Veri Toplama Araçları	66
Tablo 3.8. Bilimin Doğasına İlişkin Boyutların VNOS-C Ölçeğindeki Sorulara Göre Analizi .	69
Tablo 3.9. Deney I Grubunda Uygulanan Etkinlikler ve Harcanan Zaman Çizelgesi	72
Tablo 3.10. Deney I Grubunda Uygulanan Aktiviteler ve Bilimin Doğası Bileşenleri	73
Tablo 3.11. Deney 2 Grubunda Uygulanan Aktiviteler ve Harcanan Zaman Çizelgesi	74
Tablo 3.12. Argümantasyon Aktiviteleri ve Türleri.....	85
Tablo 4.1. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin (Kontrol, Deney1, Deney2) Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları Dağılımının Kolmogorov-Smirnov Z Testi Sonuçları	98
Tablo 4. 2. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin (Kontrol, Deney1, Deney2) Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları ANOVA Testi Sonuçları	99
Tablo 4.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	100
Tablo 4.4. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	102
Tablo 4.5. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	103
Tablo 4.6. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	105
Tablo 4.7. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	106
Tablo 4.8. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	108
Tablo 4.9. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	109
Tablo 4.10. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	110
Tablo 4.11. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	110
Tablo 4.12. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Kontrol Grubunun Sonuçları....	111
Tablo 4.13. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 1 Grubunun Sonuçlar....	111
Tablo 4.14. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 2 Grubu Sonuçlar.....	111
Tablo 4.15. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	112
Tablo 4.16. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	112
Tablo 4.17. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel bir Teoriyi ya da Hipotezi Nasıl İspatladınız Sorusuna Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	113
Tablo 4.18. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	114

Tablo 4.19. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	115
Tablo 4.20. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	116
Tablo 4.21. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	117
Tablo 4.22. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	118
Tablo 4.23. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bir Teoriyi ya da Hipotezi Nasıl İspatlırsınız Sorusuna Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu...	119
Tablo 4.24. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Kontrol Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları	123
Tablo 4.25. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Deney 1 Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları	123
Tablo 4.26. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Deney 2 Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları	123
Tablo 4.27. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	124
Tablo 4.28. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	126
Tablo 4.29. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	127
Tablo 4.30. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	129
Tablo 4.31. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	131
Tablo 4.32. Deney 2 Grubu Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	133
Tablo 4.33. Kontrol Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	135
Tablo 4.34. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	136
Tablo 4.35. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	136
Tablo 4.36. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	137
Tablo 4.37. Kontrol Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	139
Tablo 4.38. Kontrol Grubunun Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	140
Tablo 4.39. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	140
Tablo 4.40. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	143
Tablo 4.41. Deney 1 Grubunun Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	143
Tablo 4.42. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	143
Tablo 4.43. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	146
Tablo 4.44. Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	147

Tablo 4.45. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	148
Tablo 4.46. Kontrol Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	150
Tablo 4.47. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	151
Tablo 4.48. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	152
Tablo 4.49. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	153
Tablo 4.50. Deney 1 Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	155
Tablo 4.51. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	156
Tablo 4.52. Deney 1 Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	158
Tablo 4.53. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	158
Tablo 4.54. Deney 2 Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	160
Tablo 4.55. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	160
Tablo 4.56. Deney 2 Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	163
Tablo 4.57. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	163
Tablo 4.58. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	164
Tablo 4.59. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	166
Tablo 4.60. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	166
Tablo 4.61. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	167
Tablo 4.62. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	169
Tablo 4.63. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	169
Tablo 4.64. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	170
Tablo 4.65. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	172
Tablo 4.66. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	173
Tablo 4.67. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları	175
Tablo 4.68. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	175
Tablo 4.69. 1. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	177
Tablo 4.70. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	178

Tablo 4.71. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	180
Tablo 4.72. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	180
Tablo 4.73. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	182
Tablo 4.74. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	183
Tablo 4.75. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	185
Tablo 4.76. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	185
Tablo 4.77. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	187
Tablo 4.78. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	188
Tablo 4.79. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	189
Tablo 4.80. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	192
Tablo 4.81. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	194
Tablo 4.82. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	196
Tablo 4.83. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	197
Tablo 4.84. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	198
Tablo 4.85. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	199
Tablo 4.86. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu .	199
Tablo 4.87. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Kontrol Grubunun Sonuçları....	200
Tablo 4.88. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 1 Grubunun Sonuçlar....	200
Tablo 4.89. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Deney 2 Grubu Sonuçlar.....	201
Tablo 4.90. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	201
Tablo 4.91. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	202
Tablo 4.92. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	204
Tablo 4.93. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	205
Tablo 4.94. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	207
Tablo 4.95. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	208
Tablo 4.96. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Kontrol Grubu Uygulama Sonrası Sonuçları	211
Tablo 4.97. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	212
Tablo 4.98. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	212
Tablo 4.99. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	213

Tablo 4.100. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	214
Tablo 4.101. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	216
Tablo 4.102. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	217
Tablo 4.103. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	218
Tablo 4.104. Deney 2 Grubu Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	220
Tablo 4.105. Kontrol Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	223
Tablo 4.106. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	223
Tablo 4.107. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	224
Tablo 4.108. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	227
Tablo 4.109. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	227
Tablo 4.110. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	230
Tablo 4.111. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	230
Tablo 4.112. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	234
Tablo 4.113. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları.....	234
Tablo 4.114. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	235
Tablo 4.115. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	237
Tablo 4.116. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	238
Tablo 4.117. Kontrol Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	239
Tablo 4.118. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	240
Tablo 4.119. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	242
Tablo 4.120. Deney 1 Grubu Öğrencilerin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	242
Tablo 4.121. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	244
Tablo 4.122. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	244
Tablo 4.123. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	247
Tablo 4.124. Deney 2 Grubu Öğrencilerin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	248
Tablo 4.125. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	250

Tablo 4.126. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.....	250
Tablo 4.127. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	253
Tablo 4.128. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	254
Tablo 4.129. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	256
Tablo 4.130. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	256
Tablo 4.131. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	259
Tablo 4.132. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	259
Tablo 4.133. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları	262
Tablo 4.134. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	262
Tablo 4.135. 2. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	264
Tablo 4.136. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	264
Tablo 4.137. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	267
Tablo 4.138. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	267
Tablo 4.139. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	269
Tablo 4.140. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	270
Tablo 4.141. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	272
Tablo 4.142. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu	272
Tablo 4.143. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları.....	274
Tablo 4.144. Grupların Ön test ve Son test Sonrası Bilimin Doğası Görüşlerindeki Değişim .	275
Tablo 4.145. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	277
Tablo 4.146. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	277
Tablo 4.147. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	278
Tablo 4.148. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	278
Tablo 4.149. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	279
Tablo 4.150. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	279
Tablo 4.151. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	280
Tablo 4.152. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	280

Tablo 4.153. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	281
Tablo 4.154. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosunda Argüman Becerilerini Gösteren Tablo	281
Tablo 4.155. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	282
Tablo 4.156. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	282
Tablo 4.157. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri	282
Tablo 4.158. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	283
Tablo 4.159. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	283
Tablo 4.160. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri	284
Tablo 4.161. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	284
Tablo 4.162. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	284
Tablo 4.163. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri	285
Tablo 4.164. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbonlar Senaryosunda Argüman Becerilerini Gösteren Tablo	285
Tablo 4.165. Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	286
Tablo 4.166. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	286
Tablo 4.167. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	287
Tablo 4.168. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	287
Tablo 4.169. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	287
Tablo 4.170. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	288
Tablo 4.171. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	288
Tablo 4.172. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	289
Tablo 4.173. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	289
Tablo 4.174. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	290
Tablo 4.175. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	290
Tablo 4.176. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	290
Tablo 4.177. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler.....	291
Tablo 4.178. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler.....	291

Tablo 4.179. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler.....	292
Tablo 4.180. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler.....	292
Tablo 4.181. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler	292
Tablo 4.182. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler.....	293
Tablo 4.183. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü Senaryosunda Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo.....	293
Tablo 4.184. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosunda Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo.....	293
Tablo 4.185. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası VNOS-C testi ve Antibakteriyel Ürünler Senaryosundaki Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo	294
Tablo 4.186. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası VNOS-C testi ve Kloroflorokarbonlar Senaryosundaki Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo	295
Tablo 4.187. Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 Grubu Son test Puanları Arasındaki Anlamlılığının Test Edilmesi için Yapılan Anova Bulguları	296
Tablo 4.188. Kontrol Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları.....	296
Tablo 4.189. Deney 1 Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları.....	297
Tablo 4.190. Deney 2 Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları.....	297
Tablo 4.191. Deney 2 ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Bulguları.....	298
Tablo 4.192. Deney 1 ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Bulguları.....	298
Tablo 4.193. Deney 1 ve Deney 2 Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Bulguları.....	299

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Toulmin Argüman Modeli	40
Şekil 3.2. Eş Zamanlı İç İç Geçmiş Strateji	61



KISALTMA VE SEMBOLLER

MDYT	: Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi
KDN	: 1. Dönem Kimya Dersi Notları
VNOS-C	: Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler Anketi
NOS	: Nature of Science
SBS	: Sosyo-bilimsel Senaryolar
KG	: Kontrol Grubu
D1	: Deney 1 Grubu
D2	: Deney 2 Grubu
MEB	: Millî Eğitim Bakanlığı
TTK	: Talim ve Terbiye Kurulu
TAP	: Toulmin Argüman Modeli
IDEAS	: The Ideas, Evidence and Argument in Science

BÖLÜM I. GİRİŞ

Günümüzde bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin çok hızlı olması, ülkemizde özellikle eğitim alanında yeni yaklaşımların uygulanmasını zorunlu kılmıştır. 2003 yılında Millî Eğitim Bakanlığı akademisyenler, öğretmenler ve uzmanlar eşliğinde ilköğretim müfredatını yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre yeniden yapılandırmıştır (Sevinç, 2006). Ortaöğretimde ise yapılandırmacı öğretim modeline göre 2007 yılından itibaren yeniden geliştirilen müfredat bütün ülkede uygulanmaya başlanmıştır (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2007).

Ülkemizde 2004 yılında oluşturulan Fen ve Teknoloji dersi öğretim programının temel ilkelerinden birisi fen ve teknoloji okuryazarı öğrenciler yetiştirmektir. Bilim okuryazarı bireylerin en önemli özelliklerinden biri, bilimsel kavram, ilke, prensip ve teorileri bilmeleri ve uygulamalarıdır. Bilimsel okuryazarlık öğrencinin günlük deneyimleri sonucunda merak ettikleri durumlarla ilgili sorular sorabilmesi, bu sorulara cevaplar verebilmesi ya da bu durumlarla ilgili kararlar verebilmesi anlamına gelmektedir. Bilimsel okuryazarlık doğal olayları tanımlama, açıklama ve tahmin etme yeteneğine sahip olunması, çeşitli yayınlarda yer alan bilimle ilgili makaleleri okuyarak anlamayı ve bilimsel araştırmaların sonuçlarının geçerliliği ile ilgili toplumsal konuşmalara katılabilmeyi sağlar (Aslan, Yalçın ve Taşar, 2009). Bilimsel okur-yazarlık öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilere sahip olarak bireysel karar verebilecek zihinsel becerilere sahip olmaları, fen teknoloji toplum tartışmalarına katılabilmeleri ve üretken bireyler olmalarını amaçlamaktadır (Erdoğan ve Köseoğlu, 2012). Ortaöğretim 10. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programında yer bulan Kimya-Teknoloji-Toplum-Çevre Kazanımlarında (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2008) yer alan ‘Kimyanın sosyal, ekonomik ve teknolojik etkilerinin farkına varır’, ‘Bilim ve teknolojiye gelişmelerin insanlar ve doğa üzerine olumsuz etkilerine örnekler verir.’ ve ‘Kimyadaki gelişmelerin ekonomik, sosyal, politik ve moral değerlere etkisini yorumlar’ kazanımlar bilimsel okuryazarlığa vurgu yapan kazanımlardır. 2013 yılında tekrar düzenlenen Ortaöğretim kimya dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) öğretim programında (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2013) kimya okur yazarı bireyler yetiştirmenin temel hedef olduğu açıkça belirtilmektedir. Nitekim programın genel amaçları ‘Kimyanın gündelik hayattaki yerini kavrayan ve değerini fark eden,

kimyaya ilgi duyan, analitik düşünen kimya okur-yazarı bireyler yetiştirmeyi amaçlar' giriş cümlesi ile başlamaktadır.

Bilimin doğasını anlamak bilimsel okuryazarlığın en temel unsurlarından biridir (Köseoğlu, Tümay ve Budak, 2008). Yapılandırmacı öğretim modelinin Fen Eğitimindeki temel hedeflerinden birisi öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerini geliştirmektir (McDonald, 2010). Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar da bilimin doğasını ve yöntemini öğrenmenin bilimsel okuryazarlık için gerekli olduğunu ifade etmektedir (AAAS, 1990). Ülkemizde 2008 yılında uygulanmaya başlanan 10.sınıf öğretim programına göre öğrencilerin bilimsel yöntem, bilimin tabiatı, bilim-teknoloji-çevre ilişkileri ile ilgili görüşleri süreç içinde deneyim ve uygulamalarla gelişir. Bu müfredatının temel hedeflerinden biri de kimya konularının işlenmesi sırasında öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirirken bilimin yöntemini sezerek kavrayıp kullanmalarıdır (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2008). Revize edilen ortaöğretim kimya dersi programında da (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2013) bilimsel okuryazarlığın ilk teması olarak bilimin doğası bulunmaktadır. Bilimin sınanabilir, sorgulanabilir, delillere dayanan ve yanlışlanabilir yapısını kavramak, teori ve kanun arasındaki farkı ayırt edebilmek, bilimin teori yüklü olduğunu anlamak ve bilimsel bilginin mutlak doğruluk içermediğini fark etmek bilimin doğası anlayışına sahip, bilimsel okur yazar öğrenciler yetiştirmeyi hedefleyen kazanımlar olarak programda yer almaktadır (Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2013). Bilimin ve bilimsel düşüncenin toplumu oluşturan bireyler tarafından içselleştirilmesi ve ortak düşüncenin bir parçası haline gelebilmesi için (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012) bilimin herkes için olması ve 'geleceğin bilim insanları için bilim' kavramları da fen eğitiminde ulaşılması hedeflenen diğer kavramlar arasındadır (Erduran ve Jiménez- Aleixandre, 2007).

Bilimsel okur yazarlığın bir diğer bileşeni sayılabilecek argümantasyon farklı kaynaklardan eleştirel okuma yapma, tartışmalara katılma ve derste bilimsel tartışma yapmayı kapsamaktadır (Yore, Bisanz ve Hand, 2003). Argümantasyon bilimsel bir kavramı anlamak üzere söylemler üzerinden bireylerin birbirlerinin iddialarını değerlendirdikleri, eleştirdikleri ve iddialarını tekrar gözden geçirdikleri sosyal bir aktivitedir (Berland ve Reiser, 2009). Kimya dersi müfredatında (2013) bilimsel okur yazarlığın hedefleri olarak belirtilen; analitik ve eleştirel düşünme becerilerinin olguları

anlamak için kullanılması ve bilim ve teknolojiadaki gelişmelerin insanlar ve doğa üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerinin tartışılabilmesi kazanımları kimya eğitiminde argümantasyonun, bilimsel tartışma becerilerinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Fen eğitiminde meydana gelen gelişmeler öğrencilerin bilimsel argüman oluşturmalarının önemi üzerinde durmaktadır. Bir önceki ortaöğretim kimya dersi müfredatında da (2008) bilimsel tartışmanın önemi ve öğrencilerin bilimsel bilgiyi oluşturmadaki rolleri üzerinde durulmaktadır. Öğrencilerin dinlemeyi bilmeleri, kendilerini ifade etmeleri ve genel kabul görür temellere dayanarak talep ve iddia öne sürmeleri amaçlanmaktadır.

1.1. Problem Durumu

Günümüzde bilimin ve teknolojinin çok hızlı gelişmesi, her türlü bilgi ve düşüncenin gündelik hayatta dolaşımında olması bireylerin bu gelişmeye uyum sağlamalarını, bilgi kaynaklarını anlamalarını ve sorgulamalarını gerekli kılmaktadır (Yenice, 2015). Bilimdeki ve teknolojiadaki bütün bu gelişmeleri kendilerini ilgilendirdiği ölçüde değerlendirecek, topluma ve çevreye faydaları ve zararları hakkında fikir yürütecek bilimsel okur yazar insanların yetiştirilmesi insanlığın geleceği için önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca okulda verilen fen eğitimi bilimsel okur -yazar bir toplum yetiştirmeyi hedefliyorsa öğrencilere bilimsel bilginin doğasını anlayacak, bilimsel bilginin gücünü ve sınırlılıklarını değerlendirebilmelerini sağlayacak becerileri kazandırmalıdır (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996). Bu yüzden son yıllarda geliştirilen fen eğitimi programlarının temel vizyonu olarak en çok vurgulanan kavramının bilimsel okur yazarlık olduğunu görmekteyiz. Bilimsel okuryazar olabilmenin en önemli parçası bilimin doğası kavramıdır. Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz (2002) 85 yıldır bilim insanlarının, fen eğitimcilerinin ve fen eğitimi ile ilgili kurumların üzerine anlaştıkları en büyük hedefin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını geliştirmeye çalışmak olduğunu belirtmektedir. Bilimin doğasının fen müfredatlarında yer almasının gerekliliğini savunan pek çok görüş bulunmaktadır. Driver, Leach, Millar ve Scott (1996) bilimin doğasının neden fen müfredatında yer alması gerektiğini açıklayan görüşlerinden ilki bilimin doğasının bireylerin bilimi, bilimin sonuçlarını, günlük hayatta karşılaştıkları bilimsel olayları anlamalarını sağlaması olarak belirtilmiştir. İkinci olarak bilimin doğası öğretiminin insanların bilimsel tartışmaya girmelerine, bilim ve fen alanı ile ilgili günlük olaylar hakkında

karar vermelerine yardımcı olmasıdır. Bilimin doğasını öğrenmek insanların toplumlara katkısı olan, gelişme ve ilerlemelerini sağlayan teknolojik ürünleri anlamalarını ve değerini bilmelerini de sağlayabilecektir. Bilimin doğası bireylerin bilimsel konuları ve kavramları daha iyi anlamalarını da sağlayabilecektir. Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons (2002) öğrencilerin fen derslerinde bilimin doğasını anlamaları sonucunda bilimsel düşünme yeteneklerinin de gelişimine katkısı olacağını savunmaktadır. Ayrıca bilimin doğası kavramlarının anlaşılmasının öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimsel olaylar ile ilgili kültürel, sosyal, politik ve etik bakış açıları geliştirmelerine yardımcı olduğu düşünülmektedir (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996). Bilimin doğası ile ilgili kesin bir tanım olmamakla birlikte bilim epistemolojisi ya da bir öğrenme biçimi olarak bilim ve bilimsel bilginin doğasında bulunan ve gelişmesine katkıda bulunan inanışlar ve değerler bütünü olarak tanımlanabilir (Lederman, 1992). Yapılan çalışmalar fen derslerinin temel hedeflerinden birisinin bilimin doğası eğitimi olması gerektiğini göstermektedir (Akerson, Abd-El Khalik ve Lederman, 2000). Öğretim programlarında bilimin doğasının bilimsel okuryazarlığın en önemli bileşeni olduğuna önemle vurgu yapılmasına rağmen birçok çalışma öğrencilerin bilimin doğası ile görüşlerini değiştirmekte zorlandıklarını göstermektedir (Duschl, 1990; Lederman 1992).

Öğretim programları öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişmesinin bilimsel okuryazarlığın gelişiminde etkili olacağını savunmaktadır. Kuhn (1993) fen eğitiminin en önemli iki hedefinin sorgulama yapabilmek ve bilimsel tartışma becerilerinin kazandırılması olduğunu vurgulamıştır. Ülkemizde 2005 yılından itibaren yapılandırmacı yaklaşıma göre geliştirilen müfredat uygulanmaktadır. Daha önce uygulanan pozitivist paradigmaya dayanan davranışçı öğrenme modelinde (geleneksel yöntem) sınıf ortamında öğretmenden öğrenciye bilgi aktarımı yapılmaktadır. Bu yöntemde öğrencilerin sessiz bir sınıf ortamında oturmaları beklenir. Yapılandırmacı öğretim modelinin en yaygın tanımlarından biri bilginin öğretmenden öğrenciye aktararak öğretilmesinden çok, öğrencinin aktif olarak bilgiyi kendisinin oluşturmasıdır (Driver, Asoko, Leach ve Mortimer. 1994). Yapılandırmacı modelde sosyal etkileşim önemlidir. Bir öğrencinin iyi düzenlenmiş bir ortamda diğer öğrencilerden öğreneceği çok şey olduğu düşünülmektedir. Sınıf ortamı öğrencilerin birbirleriyle sosyal etkileşime girecekleri bir ortam sunmalıdır. Öğrencilerin fikir alışverişinde bulunmaları, fikirlerini savunmaları ya da doğruluğunu kanıtlamaları

bilginin oluşturulması için çok önemlidir (Cey, 2001). Literatürde bilimsel tartişma (argümantasyon) olarak adlandırılan ğretim yöntemi, fen derslerinde, öğrencilerin kendi iddialarını uygun gözlem, veri ve/veya kanıtlara dayandırarak tartişmalarını ve savunmalarını teşvik eden ve grup çalışmalarından yararlanan bir teknik olarak tanımlanmaktadır (Erduran, Arda ve Yakmacı-Güzel, 2006). Bu bağlamda argümantasyonun yapılandırmacı ğretim modeli yaklaşımı temelinde bilimsel okur yazarlık teması ile uyumlu bir diğer unsur olduğu söylenebilir.

Bilimin Doğası ile ilgili alan yazında yapılan çalışmalar incelendiğinde doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde daha etkili olduğunu vurgulamakla beraber bütün öğrencilerin gelişmiş bilimin doğası görüşlerine sahip olmadıkları görülmektedir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002; McDonald, 2010). Doğrudan yansıtıcı yaklaşım planlı bir şekilde öğrenciler soru sorarak, tartişarak ve anlatım yolu ile bilimin doğası bileşenlerine dikkatlerini çekmeyi hedeflemektedir. Buna karşın dolaylı bilimin doğası ğretimi yaklaşımı etkinlikler üzerinden, doğrudan ifade etmeden bilimin doğası kavramlarının anlaşılmasını amaçlamaktadır. Yapılan alışmalar dolaylı bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde pek etkili olmadığını göstermektedir (Abd-El-Khalick ve Akerson, 2004). Son yıllarda yapılan çalışmalarda öğrencilerin argüman oluşturmalarının (bilimsel tartişmaya katılmalarının) bilimin doğası görüşlerini geliştirdiğine dair bulgular ortaya konmuştur (Ogunniyi, 2006; McDonald, 2010).

Argümantasyon alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde öğrencilerin argüman oluşturmaya başlamadan önce argüman eğitimi almalarının ve argümanı oluşturan bileşenleri tanımanın (iddia, karşı iddia, rtc, destekleyici) argüman kullanma becerilerinin gelişmesinde önemli olduğu ifade edilmektedir (Zohar ve Nemet, 2002; McDonald, 2010). Buna rağmen sosyo-bilimsel senaryolar üzerinden argüman yapan öğrencilerin argüman eğitimi almadıkları halde argüman seviyelerinde artış bulunmuştur (Jimenez-Aleixandre ve Pereiro-Munoz, 2002).

Bilimin doğası eğitimi verilerek ve bilimsel tartişma yöntemi kullanılarak alanda yapılan çalışmaların bazılarında bilimin doğası görüşlerinin bilimsel tartişma becerilerine etkisi incelenmiştir. Bazı araştırmacılar öğrencilerin bilimin doğası

görüşlerinin bilimsel tartışmaya katılmalarını arttırabileceğini söylemişlerdir (Sandoval ve Millwood, 2007). Kuhn ve Reiser (2006) çalışmalarında yetersiz bilimin doğası görüşüne sahip öğrencilerin bilimsel tartışmaya girmekte isteksiz olduklarını bulmuştur (Kuhn, 1992). Bu alanda yapılan diğer araştırmalarda bilimsel tartışma becerilerinin bilimin doğası görüşlerine etkileri incelenmiştir (Bell ve Linn, 2000; Yerrick, 2000). Araştırmalar öğrencilerin bilimsel tartışmalara katılmalarının bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin gelişmesinde etkisi olacağı doğrultusundadır. Yerrick (2000) çalışmasında sosyo-bilimsel senaryolar üzerinden iddia geliştiren öğrencilerin çalışma boyunca bazı bilimin doğası bileşenleri ile ilgili görüşlerinin geliştiğini belirlemiştir. Ayrıca bilimin doğası öğretimi ile birlikte bilimsel tartışma eğitimi verilmesinin öğrencilerin bilimsel tartışmaya katılma isteklerini ve tartışmanın kalitesini arttırdığı, buna ilave olarak öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesine katkısı olduğu belirtilmiştir (Walker ve Zeidler, 2004, McDonald, 2010). Ogunniyi (2006) fen bilgisi öğretmenleri ile yaptığı çalışmada argümantasyon tabanlı bilim tarihi, felsefesi ve sosyolojisinin temel alındığı bilimin doğası dersinin öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerine olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili alan yazın incelendiğinde aynı konuların öğretiminde bir gruba bilimsel tartışma yöntemi ve bilimin doğası eğitimi beraber uygulanırken ve diğer gruba sadece bilimin doğası eğitiminin öğretim yöntemi olarak uygulandığı ve iki grubun bilimsel tartışma becerilerinin ve bilimin doğası görüşlerinin karşılaştırılması ile ilgili bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Literatürdeki bu sınırlılık önerilen çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, ortaöğretim 10. sınıf kimya öğretim programı esas alınarak bir sınıfta öğretim programına entegre (doğrudan yansıtıcı yaklaşım) edilmiş bilimin doğası eğitimi verilmesi diğer bir sınıfta ise bilimin doğası eğitimi ile bilimsel tartışma yönteminin bir arada kullanıldığı bir öğretim yapılması hedeflenmiştir. Kontrol grubunda dersler mevcut öğretim programının ön gördüğü öğrenci merkezli öğretim etkinlikleri ile işlenecektir. Her bir öğretim süreci sonunda öğrencilerin bilimin doğası görüşleri, bilimsel tartışma becerileri ve kimya dersine karşı tutumları karşılaştırılacaktır. Araştırmanın alt amaçları ise aşağıda gösterilmiştir:

1. Bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesine etkisi var mıdır?
2. Bilimsel tartışma ile birlikte bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesine etkisi var mıdır?
3. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki gelişme ile bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin bilimin doğası anlayışları arasında fark var mıdır?
4. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki gelişme ve bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin bilimin doğası anlayışları ile kontrol grubunun bilimin doğası anlayışları arasında fark var mıdır?
5. Bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin bilimsel tartışma becerilerinin gelişmesi etkisi var mıdır?
6. Bilimsel tartışma ile birlikte bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin bilimsel tartışma becerilerinin gelişmesine etkisi var mıdır?
7. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin bilimsel tartışma becerilerindeki gelişme ile bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin bilimsel tartışma becerilerindeki gelişme arasında fark var mıdır?
8. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin bilimsel tartışma becerilerindeki gelişme ve bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin bilimsel tartışma becerilerindeki gelişme ile kontrol grubunun bilimsel tartışma becerileri arasında fark var mıdır?
9. Bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin kimya dersi tutumlarına etkisi var mıdır?
10. Bilimsel tartışma ile birlikte bilimin doğası öğretiminin 10. sınıf öğrencilerinin kimya dersi tutumlarına etkisi var mıdır?

11. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin kimya dersi tutumları ile bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin kimya dersi tutumları arasında fark var mıdır?
12. Bilimin doğası öğretimi alan öğrencilerin kimya dersi tutumları ve bilimin doğası ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim yöntemi ile öğrenim gören öğrencilerinin kimya dersi tutumları ile kontrol grubunun kimya dersi tutumları arasında fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışma bilimsel okur-yazarlık temasının önemli iki bileşenini birleştirmesi açısından önemlidir. Bilimin doğası öğretiminin bilimsel tartışma ile entegrasyonunun lise öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin ve bilimsel tartışma becerilerinin gelişmesine katkılarını göstermesi açısından önemlidir. Yine söz konusu katkılarının sadece bilimin doğası öğretiminin öğrenci kazanımlarına olan katkıları ile karşılaştırılmasına olanak sağlaması bakımından da önemlidir.

Uluslararası çalışmalar incelediğinde sınırlı sayıda çalışmanın bilimin doğası öğretimine bilimsel tartışmayı entegre ettiği görülmektedir. Bu çalışmalar arasında yer alan bir çalışma beş öğretmen adayı ile gerçekleştirilmiş nitel bir çalışmadır (McDonald, 2010). Diğer bir çalışma ise ortaokul öğrencileriyle gerçekleştirilen ve genetik mühendisliği üzerinden doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin yapıldığı bir araştırmadır (Khishfe, 2015). Bunun yanında İnce ve Özgelen (2015) son yıllarda yapılan bilimin doğası ile ilgili araştırmaları farklı değişkenler açısından inceledikleri çalışmasında lise öğrencileri ile gerçekleştirilen sadece tek bir çalışmanın olduğuna dikkat çekmektedir.

Lise öğrencileri ile bir dönem boyunca (dört farklı kimya konusunu kapsayacak şekilde) çalışılmış olunması çalışmanın öğretim yöntemlerinin etkilerine ilişkin daha güvenilir veriler üreteceği şeklinde yorumlanabilir. Öğretim yönteminin etkililiğini inceleyen çalışmalar için konu bağlamı önemli bir değişken olarak görülmektedir. Nitekim aynı öğretim farklı kimya konularında farklı öğrenme kazanımlarına neden olabilmektedir. Bu açıdan bakıldığında araştırmanın bir dönem boyunca sürmesi yapısal farklılıkları olabilecek farklı kimya konularını kapsaması bağlam çeşitliliği yaratmaktadır. Söz

konusu bağlam çeşitliliği sayesinde incelenen öğretim tasarımlarının öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ve bilimsel tartışma becerilerine olan etkileri farklı bağlamlarda ele alınabilecektir. Bu durum söz konusu öğretim kazanımlarının inandırıcılığını ortaya koyacaktır. Tüm bunların ışığında çalışmadan elde edilecek bulguların, ulusal ve uluslararası alan yazınına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmadan elde edilecek bulguların;

- Lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin kavram yanlışlarının belirlenmesine yardımcı olması açısından,
- Uygulanan öğretimler ile lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirmeyi amaçlaması açısından,
- Uygulanan öğretimler ile lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerini geliştirmeyi amaçlaması açısından,
- Kimya dersi konuları ile bilim tarihi birleştirilmiş doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi içeren örnekler vermesi açısından,
- Kimya dersi konularını ile ilgili argümantasyon etkinlikleri içeren öğretim örnekleri sunması açısından,
- Kimya eğitimine bilimin doğası öğretimi ve bilimsel tartışmanın birlikte kullanıldığı öğretim etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına olan etkilerini göstermesi açısından ulusal ve uluslararası araştırmalara katkı sağlaması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

1.4. Sınırlılıklar

Bu çalışma;

- 2012-2013 Eğitim- Öğretim Yılı
- İstanbul'da bulunan bir Anadolu Lisesinde 2012-2013 yılında öğrenim gören 10. Sınıf öğrenci (n= 87)
- Kimya Dersi Tutum Ölçeği, Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Ölçeği- Form C ve Sosyo-Bilimsel Senaryolardan elde edilen veriler ile sınırlıdır.

1.5. Sayıtlar

- Çalışma grubunda yer alan öğrenciler ölçme araçlarındaki sorulara içten ve yansız bir şekilde cevap vermişlerdir.
- Ölçme araçlarındaki soruların cevaplanması için öğrencilere verilen zaman yeterlidir.
- Ölçme araçlarındaki soruların cevaplanması için öğrencilere sağlanan ortam uygundur.
- Uygulanan tüm ölçme araçları öğrenciler için uygundur.
- Çalışmada kontrol altına alınamayan değişkenler deney ve kontrol grupları için aynı etkiye sahiptir.

1.6. Tanımlar

Bilimsel Okuryazarlık: Bilim, teknoloji ve toplumun birbirlerini nasıl etkilediğini anlayarak, bilimsel bilgiyi gündelik karar verme süreçlerinde kullanabilmek ve bilimsel olanı bilim dışı olandan ayırabilme ve değerlendirebilme becerileridir.

Bilimin Doğası: Bir bilme yolu olarak, bilimin veya bilimsel bilginin doğasında var olan değer ve inanışlar (Lederman, 1992).

Argüman: Bir tezi savunmak ya da çürütmek için içerisinde sebeplendirme faktörü bulunduran bir söylev biçimidir.

Argümantasyon: Dersin işlenişinde bilimsel tartışmanın kullanıldığı öğretim yöntemidir.

Doğrudan-Yansıtıcı Yaklaşım: Bilimin doğası öğretiminde kullanılması önerilen yaklaşımlardan biridir. Bu yaklaşıma göre, bilimin doğası bilgisi, öğrencilerin sorgulamaya veya deneye dayalı etkinliklerle dolaylı yoldan edinecekleri bir bilgi olmamalıdır. Bir başka deyişle, bilimin doğası anlayışı, ikincil bir öğrenme çıktısı veya bir yan ürün olmamalıdır. Bu yaklaşım, bilimin doğası bileşenlerine doğrudan atıf yapmaktadır. Bu sebeple bilimin doğası bileşenlerinin özellikle vurgulanacağı etkinlikler veya dersler kullanılır. Ayrıca, yansıtıcı yaklaşımı sağlamak için, öğrencilerin deneyimleri üzerinde düşünmeleri ve kendilerini değerlendirmeleri teşvik

edilir. Özellikle, sınıf tartışması veya yansıtıcı yazılar yardımıyla, bilimin doğası hakkındaki düşüncelerini değerlendirmeleri sağlanır.

Sosyo-Bilimsel Senaryo: Sosyo-bilimsel senaryolar karmaşık, açık uçlu, çoğunlukla tartışmalı ve kesin cevabı olmayan konuları içeren senaryolardır. Bu senaryolar hem bilimsel hem de sosyal boyutları aynı anda içeren sosyal ikilemleri ve problemleri içerir. Sosyo-bilimsel senaryolar, birden fazla görüşün desteklendiği, bir veya birden fazla alanda (kimya, sosyoloji, ekonomi, çevre, etik, politik) uygulamalara dayanan bilimsel, açık uçlu ve tartışmalı konulardır.



BÖLÜM II. ALAN YAZIN

2.1. Bilimin Doğası

Bu bölümde bilimin doğası alanında yapılan çalışmalar kapsamlı bir şekilde ortaya konacaktır. Bunun amacı çalışmanın bilimin doğası ile ilgili araştırmalar arasında ne şekilde yer alacağını belirlemek, aynı zamanda öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmeye yönelik öğretim yöntemlerini incelemektir. Ayrıca alan yazını doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım içeren bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini nasıl geliştirdiği ile sonuçlara destek sağlayacaktır.

2.1.1. Teorik Çerçeve

Bu çalışmanın teorik çatısı sosyo-bilişsel kuramdan yola çıkılarak oluşturulmuştur. Pozitivist paradigma dış dünya gerçekliğinin, bilginin bireye aktarılmasına dayanır (Yurdakul, 2005). Buna karşın sosyo-bilişsel (kültürel kuram) sosyal etkileşimin çocuğun bilişsel gelişiminde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Vygotsky'ye (1978) göre öğrenciler entelektüel gelişimlerinin bir noktasında bir problemle karşı karşıya kaldıklarında cesaretlendirilmeye, ipucu verilmeye, hatırlatma yapılmaya ve yönlendirmeye ihtiyaç duymaktadırlar (Kızıltepe, 2004). Öğretmenin destek olma sürecinde öğrencilerin sınıf etkinliklerinde katılımını sağlaması, doğru zamanda, doğru miktarda bilgi vermesi, hatırlatmalar yapması ve cesaretlendirmesi önemlidir. Bu kurama göre öğretmenlerin bu şekilde destek vermesiyle öğrencilerin gittikçe daha fazla kendi başlarına öğrenebildikleri gözlenmiştir. Öğretmen bilgi ve öğrenci arasında bir köprü görmektedir ve öğretmenin yardımları öğrencileri yeni bilgilere götürmektedir. Yapılandırmacı paradigma temelleri kültürel kurama dayanan bir öğretim yöntemidir. Yapılandırmacılık sosyal bir etkinliktir ve bireylerin kişisel çabalarından ayrı tutulmamalıdır (Erdem ve Demirel, 2002). Yapılandırmacı öğretim bir bilginin öğretmenden öğrenciye aktarılarak öğretilmesinden çok, öğrencinin aktif olarak bilgiyi kendisinin oluşturmaya dayanmaktadır (Driver, Asoko, Leach, Mortimer ve Scott, 1994). Yapılandırmacı yaklaşımda sosyal etkileşim önemli bir yere sahiptir. Cey (2001) iş birliği içinde öğrenen sınıfların rekabetçi bir ortam yerine dayanışma içinde bulunan bir ortama sahip olduklarını belirtmiştir. İşbirlikçi çalışma ve akran yardımı öğrenmeyi

arttıran etkenlerin başında gelmektedir. Bir öğrencinin iyi düzenlenmiş bir ortamda diğer öğrencilerden öğreneceği çok şey olduğu düşünülmektedir. Ayrıca Airasian ve Walsh'a (1997) göre yapılandırmacı yaklaşımda öğrencinin bilgiyi oluşturmaları için öğrenci katılımının esas olması ve öğrenciye hazır bilgi sunmak yerine, bilgiye ulaşma yöntemlerinin gösterilmesi, destek olunması ve yol gösterilmesi önemlidir.

Bu bağlamda sosyo-kültürel bakış açısından bilimi/bilim yapmayı öğrenme düşünsel olarak ve katılımla bilimsel çevrede aktif olmayı ve kişisel olarak öğrenilenleri anlamlı hale getirmeyi gerektirmektedir (Driver, Asoko, Leach, Mortimer ve Scott 1994). Bu bölümde ortaya konan görüşler çalışmanın yöntemi ve uygulanması ile ilgili yol gösterici olacaktır.

2.1.2. Bilimin Doğası Tanımı ve Özellikleri

Bilimin doğası kavramı birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Bilimin doğası ile ilgili kesin bir tanım olmamakla birlikte, en çok kullanılan tanımlardan biri bilimin doğasını bilim epistemolojisi ya da bir öğrenme biçimi olarak bilim ve bilimsel bilginin doğasında bulunan ve gelişmesine katkıda bulunan inanışlar ve değerler bütünü olduğudur (Lederman, 1992). Diğer bir tanıma göre bilimin doğası bilim nedir, nasıl işler, bilim insanları nasıl çalışır ve kültürel bağlamlara olan etkisi nedir? gibi sorulara verilen cevaplardan oluşur (McComas ve Olson, 2000). Klopfer (1969) bilimsel sorgulama sürecinin ve bilginin gelişen doğasının farkında olunmasını bilimin doğasını belirleyen faktörler olarak tanımlamıştır. Klopfer ayrıca bilimsel bilginin nasıl geliştiğini anlamının bilimin doğasının diğer bir bileşeni olduğunu belirtmiştir. Showalter (1974) bilimin doğasını tanımlamak için değişebilir, halka mal olmuş, yenilenebilir, olasılığa dayanan, insancıl, özgün, bütünsel ve deneysel terimlerini kullanmıştır. Rubba ve Anderson (1978) bilimin doğası kavramını açıklamak için altı bileşenli bir model ortaya koymuştur. Bu bileşenler bilimin ahlaki tanımlardan uzak olması, bilimin iyi veya kötü olarak tanımlanamayacağı, yaratıcı olduğu, bilimsel bilginin kısmen insanoğlunun yaratıcılığına bağlı olması, gelişmeye açık olması, bilimsel bilginin basit bir şekilde ortaya konması gerektiği, test edilebilir olması ve kanun, teori ve kavramlardan oluşmasıdır. Cotham ve Smith (1981) bilimsel teorilerin doğasını açıklamak için değişebilir ve yeniden düzenlenebilir kavramlarını kullanmıştır.

Driver, Leach, Millar ve Scott (1996) öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını öğrenmenin sağlayacağı beş faydayı: bilimin işleyişini anlamak, sosyo-bilimsel konular ile ilgili karar verebilmek, çağdaş bir toplumun oluşmasında bilimin önemini anlamak, bilimsel toplulukların kurallarının farkında olmak ve bilim ile ilgili konuları daha ayrıntılı öğrenebilmek olarak sıralamıştır. Bilimin doğası ile ilgili inanışlarımız ve görüşlerimiz okullardaki fen derslerinden; kitaplardan ve öğretmenlerden, medyadan (gazeteler, bilimsel dergiler) ve günlük konuşmalar ve tartışmalardan etkilenecek oluşmaktadır (Köseoğlu, Tümay ve Üstün, 2010).

Fen eğitiminde bilimin doğasının yer alması, bilimin doğası kavramı ile birlikte bilim tarihi ve bilim felsefesinin vurgulandığı çalışmalar (Yenice, 2015) Avrupa kıtasında 17 yy. da gerçekleşen Bilimsel Devrimlere ve 18. yy. Aydınlanma dönemine dayanmaktadır. Hodson (2014) 19. yy. başlarında bilimin doğası yönelimli öğretim programının İngiltere’de uygulandığını, sonrasında Dewey’in 1916 yılında bilimsel bilgi ve bilimsel sorgulama kavramlarını kullanarak bilimin doğasının müfredat programına girmesini sağladığını ifade etmektedir.

Bilimin doğası tanımına dair literatürde farklı tartışmalar yer almasına rağmen McComas, Clough ve Almazroa (1998) vurguladıkları nokta önemli görünmektedir. McComas, Clough ve Almazroa (1998) fen öğretmenlerinin öğrencileri filozofların ve bilim insanlarının bilimsel tartışmalarının içine sokmaktansa öncelikli görevlerinin bilimin işlevi, işleyişi ve sınırları ile ilgili doğru bilgiyi aktarmak olması gerektiğini vurgulamıştır. Bunlara ek olarak bilim doğasının tanımı ile ilgili belirli bir fikir birliğine varıldığını düşünmektedir. Bu bağlamda yukarıda belirtilen bilimin doğası tanımları düşünüldüğünde bilimin işleyişini anlamak, bilimin değişebilir ve yenilenebilir olması, yaratıcı olması ve sosyal ve kültürel olaylardan etkilenmesi kavramlarının kullanıldığını görülmektedir. Bütün bunlarla beraber alan yazın ‘bilimsel bilgi’ ve ‘bilim hakkında bilgi’ kavramları arasındaki farkın vurgulanmasının önemi üzerinde durmaktadır. Driver, Leach, Millar ve Scott’a (1996) göre ilk kavram doğada meydana gelen olayların ve bilimsel kavramların anlaşılmasını kapsarken, ikinci kavram bilgi felsefesi ve bilimin nasıl işlediği ile ilgili bir kavram olarak ortaya çıkmaktadır. Bilim gelişen ve değişen çok yönlü bir etkinliktir ve sürekli değişim halindedir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012), çevremizde olup bitenlerin ne olduklarını anlamaktan çok olan biteni kavramsallaştırma çabası bunları yorumlamamıza ve davranış biçimlerinin

oluşmasına yol açmaktadır (Ünal Çoban, 2009). Fen eğitiminde öğrencilere kavramların öğretilmesinin yanı sıra bu kavramların ortaya çıkışında rol oynayan bilimsel bilgi kavramı, uygulamalar ve bilimsel yöntem hakkında bilgi verilmesi ve bunlar üzerine düşündürülmeleri bilimin doğasını öğretimin altında yatan felsefeyi özetlemektedir (Yenice, 2015).

Fen eğitimcileri bilimin doğası ile ilgili ortak bir tanım yapmakta zorlansalar da felsefeciler, tarihçiler ve psikologlar açıklamalarında bilimin doğasının farklı özelliklerini vurgulamışlardır. Lederman (2007) bilimin doğası ile ilgili farklı görüşlerin bilimin ve bilimsel bilginin özelliklerine işaret ettiğini, bu yüzden hepsinin eşit derecede geçerli olduğunu belirtmiştir. Uzlaşılmış görüş ‘consensus view’ (Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman, 1998) ya da Lederman yedilisi (Matthews, 2012) fen eğitimi araştırmacılarının, bilim insanlarının ve bilim felsefecilerinin görüş birliğine vardıkları bilimin doğası kavramları aşağıda belirtilmektedir:

Bilimin Doğası ile İlgili Genel Kavramlar;

1. Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası (The Tentative Nature of Scientific Knowledge): Bilimsel bilgi güvenilir ve uzun süreli olmasına rağmen kesin veya mutlak değildir. Olguları, kuramları ve yasaları içeren bilimsel bilgi durağan değildir ve değişime açıktır. Yeni gözlemler ve var olan gözlemlerin yeniden yorumlanması, yeni deliller ve teknolojik gelişmelerle yeniden yorumlanıp değişebilir. Bilim ve bilimsel bilgi içerisinde bulunduğu toplumun kültürel ve sosyal yapısından etkilenecek olduğu için, bunlarda meydana gelen değişiklik bilimi etkiler.
2. Bilimsel Bilginin Deneye Dayalı Doğası (The Empirical Nature of Scientific Knowledge): Bilimsel bilgi doğanın gözlenmesine ve yapılan deneyler sonucu elde edilen verilere dayanmaktadır. Bilim insanları süreç sonunda elde ettiklerini ve düşüncelerini deneysel olarak sınarlar. Bilim insanları birçok doğal olgu için doğrudan gözlem yapamazlar, böyle zamanlarda deneyler kullanılır.
3. Bilimsel Bilginin Öznelliği ve Kurama Dayalı Doğası (Subjectivity of Scientific

Knowledge/ The Theory-Laden Nature of Scientific Knowledge): Bilim insanlarının önceki bilgileri, aldıkları eğitim, tecrübeleri, beklentileri, inançları ve kuramsal sorumlulukları, teoriye dayalı çalışmaları onların problem ve araştırmalara yaklaşımlarını ve deney sonuçlarını ve gözlemlerini yorumlamalarını etkilemektedir. Genel inanın aksine gözlemler ve araştırmalar birtakım sorunlara yanıt bulmak için yapılır. Bu sorulara yanıt ararken bilimsel teorilerden yararlanır.

4. Bilimsel Bilginin Yaratıcı ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası (The Creative and Imaginative Nature of Scientific Knowledge): Bilimsel bilgi her ne kadar dünyada meydana gelen deney ve gözlemlere dayalı olsa da araştırma, deney ve gözlemin dizaynı, verilerin yorumlanması ve bilimsel kuramların ortaya konması noktasında hayal gücü ve yaratıcılıktan etkilenir.
5. Bilimde Gözlem - Çıkarım İlişkisi (Relationship of Observation- Inference in Science): Bilim gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara bağlıdır. Gözlemler insan duyuları ve çeşitli araçlar yolu ile elde edilmektedir. Bu gözlemlerin bilim insanları tarafından yorumlanması çıkarımlardır. Başka bir deyişle gözlemlere duyular yolu ile ulaşabiliriz, gözlemlerin aksine çıkarımlar duyularımızla doğrudan ulaşamadığımız olaylar ile ilgili açıklamalardır.
6. Bilimsel Teoriler ve Kanunlar (Scientific Theories and Laws): Bilimsel teoriler ve kanunlar farklı bilgilerdir. Kanunlar, doğada var olan olayların tanımlanmasına dayanırken, teoriler ise gözlenebilir olaylar hakkında yapılan çıkarımsal açıklamalardır. Kanunlar ve teoriler arasında hiyerarşik bir yapı yoktur, farklı türde bilimsel açıklamalardır.
7. Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı (The Social and Cultural Embeddedness of Scientific Knowledge): Bilim uygulandığı toplum ve kültür tarafından etkilenen bir aktivitedir. Bilim insanlarının yaşadıkları toplumun yapısı, uygulanan politikalar, sosyo-ekonomik faktörler, din ve felsefe bilimsel

bilginin üretilmesinde etkilidir. (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012; Yenice, 2015)

Yukarıda vurgulanan bilimin doğası görüşleri dışında bilim insanlarının kullandıkları tek bir bilimsel çalışma türünün olmaması, bilimsel modellerin bir olayı, bir sistemi ya da bir yöntemi simgeleme biçimi olması, sınırlılıklarının olması, gerçeği bire bir yansıtmamaları bilimin doğası ile ilgili altı çizilmesi gereken diğer görüşlerdir. Ayrıca bilimsel toplulukların aldıkları kararlar toplumun ahlaki ve etik değerlerinden etkilenmektedir (McComas, 1998; Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz, 2002). McComas ve Olson'un (2000) ortaya koydukları bilimin doğası hakkında uzlaşıya varılmış görüşler aşağıda sunulmuştur:

- Bilimsel bilgi geçicidir ve devamlılık arz eder.
- Bilimsel bilgi gözlem, deneysel kanıt, mantıksal önermeler ve şüphecilik temellidir.
- Bilimsel çalışmanın herkes tarafından kabul edilen tek bir yolu yoktur.
- Bilim doğal olguları açıklamaya çalışmaktadır.
- Kanun ve teorilerin bilimde farklı rolleri vardır.
- Tüm kültürlerden insanlar bilime katkıda bulunurlar.
- Yeni bir bilgi açık ve net bir şekilde ortaya koyulmalıdır.
- Bilim insanları geçerli kayıtlar tutmalı ve bunları doğru şekilde saklayıp çoğaltmalıdırlar.
- Gözlemler teori yüklüdür.
- Bilim insanları yaratıcıdır.
- Bilim tarihi evrimsel ve devrimsel bir yapıya sahiptir.
- Bilim sosyal ve kültürel geleneklerin parçasıdır.
- Bilim ve teknoloji birbirini etkilemektedir.

- Bilimsel fikirlerin sosyal ve kültürel çevresi onları etkilemektedir.

2.1.3. Bilimin Doğası Bileşenlerine İlişkin Farklı Görüşler

Literatürde, bilimin doğası bileşenlerine ilişkin yukarıda bahsedilen görüşlere ek olarak farklı açıklamalar ve eklemeler yapan birtakım çalışmalar bulunmaktadır (Smith ve Scharmann, 1999; Niaz, 2001; Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar ve Duschl, 2003; Irzik ve Nola, 2011; Matthews, 2012).

Smith ve Scharmann (1999) bilimin doğasına ilişkin görüşlerin birbirinden farklılık gösterdiğini, bilim ile sözde bilim arasında net bir ayırım yapmanın ve bunu öğrencilerin bilmesinin; fen eğitimi açısından karmaşık olabileceğini ifade etmiştir. Sözde bilim; bilimsel olduğunu iddia eden fakat bilimden farklı olarak deneysel olarak test edilemeyen veya test edilemeyen prensibe sahip olan düşünceler veya teorilerdir (Preece ve Baxter, 2000). Martin'e göre (1994), bilim izlenimi veren ama aslında bilim olmayan etkinlikler topluluğudur. Smith ve Scharmann (1999), bahsettikleri karmaşıklığa çözüm olarak, bilim tanımına ilişkin net bir sınır koymak yerine; bir araştırma sorusunu veya bir alanı daha bilimsel yapan özellikleri tanımlamayı önermişlerdir. Fen eğitimi ve bilim felsefesi literatüründen seçtikleri tanımları ve özellikleri bu amaçla kullanmışlardır. Bir alanı daha bilimsel yapan özellikleri bilimin deney ve gözlemlere dayanması, bilimsel iddiaların test edilebilir/yanlışlanabilir olması, bilimsel test ve gözlemlerin tekrarlanabilir olması, bilim değişebilir/yanılabilir olması ve bilim kendi hatalarını düzeltmesi olarak sıralamışlardır. Bunlara ek olarak bilimin açıklama gücü yüksek olan teorilere, tahminde bulunmaya, üretkenliğe, açık fikirliliğe, karmaşık olmayan teorilere ve açıklamalara ve şüpheciliğe değer verdiğini ve açıklamalarda mantıksal tutarlılığı önemseydiğini ifade etmişlerdir.

Niaz (2001) çalışmasında, Smith ve Scharmann'ın (1999) tanıttıkları özelliklerden ikisinin gözden geçirilmesi gerektiğini (bilimin deney ve gözlemlere dayanması ve bilimsel iddiaların test edilebilir/yanlışlanabilir olması) ve bunlara üç özellik daha eklenmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Niaz'ın (2001) bahsettiği özellikler aşağıda verilmektedir.

- Bilimsel ilerleme, rakip teoriler arasındaki rekabet ile ayırt edilir.

- Farklı bilim insanları aynı deneysel verileri birden farklı yolla yorumlayabilir.
- Bilimsel teorilerin gelişimi bazen tutarsız temellere dayanabilmektedir.

Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar ve Duschl (2003) çalışmalarında, fen eğitimi müfredatına eklenmesi önemli bulunan bileşenleri; Bilimsel Yöntemler ve Eleştirel Test Etme (Scientific Methods and Critical Testing), Yaratıcılık (Creativity), Bilimsel Bilginin Tarihsel Gelişimi (Historical Development of Scientific Knowledge), Bilim ve Sorgulama (Science and Questioning), Bilimsel Düşünmenin Farklılığı (Diversity of Scientific Thinking), Veri Analizi ve Yorumlanması (Analysis and Interpretation of Data), Bilim ve Kesinlik (Science and Certainty), Hipotez ve Tahmin (Hypothesis and Prediction), ve İşbirliği ve Dayanışma (Cooperation and Collaboration) olarak belirlemişlerdir.

Irzik ve Nola'ya (2011) göre, ortak görüş (consensus view) olarak adlandırılan bilimin doğası bileşenlerinin eksik ve zayıf yönleri vardır. Bunun sebeplerinden biri, bilim dallarının birbirinden farklı özelliklerde olmalarıdır. Ortak görüşte mevcut olan sınırlamaları ve zayıflıkları içermeyen, aile benzerliği yaklaşımını (family resemblance approach) güçlü bir alternatif olarak önermişlerdir. Bu yaklaşım Wittgenstein (1958, akt. Irzik ve Nola, 2011) tarafından felsefedeki genelleme problemini çözmek için geliştirilmiştir. Aile benzerliği, bir ailenin üyelerinin bazı açılardan birbirine benzemesi ve bazı yönlerden ise hiç benzememesi manasına gelmektedir. Fakat problem, hangi benzer özelliklerin o aileye özgü olabileceğini belirlemektir. Bilimde de bütün bilim dalları için geçerli olan birtakım özellikler vardır fakat bunlar, başka etkinliklerde de yer almaktadır. Buna örnek olarak gözlemi vermek mümkündür. Gözlem içeren her şey bilim değildir (trafikte yolu geçmek için gözlem yapmak gibi). Ayrıca, gözleme ihtiyaç duymadan da ilgili verinin toplandığı bilim dalları vardır. Çıkarım için de aynı durum söz konusudur. Polisler, delillere dayalı olarak çıkarım yapar ama bu bilim yaptıkları anlamına gelmez. Bilimin doğası tanımında; etkinlikler, amaç ve değerler, yöntem ve ürünler bileşenlerinin sistematik şekilde sınıflandırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu bileşenler her bilim dalında yer alacaktır; yalnızca içerdikleri anlamlar açısından benzerlikleri ve farklılıkları olacaktır.

Matthews (2012) ise, anlamlarının yetersiz olması gerekçesiyle, bilimin doğası bileşenlerinin felsefi ve tarihsel açıdan düzeltilip geliştirilmesi gerektiğini öne

sürmektedir. Öğrencilerin bilimin doğası maddelerine (Nature of Science Items) olan görüşlerinin ölçülmesi yerine; Bilimin Özellikleri (Features of Science) olarak adlandırdığı özelliklerin tartışılması ve sorgulanması gerektiğini ifade etmiştir. Bilimin özellikleri, bilimsel bilginin doğası ile beraber süreçler, kurumlar, bilginin üretildiği kültürel ve sosyal içerikleri de kapsamaktadır. Mathews (2012); yukarıdaki bölümde tanıtılan bilimin doğası bileşenlere ek olarak felsefi, epistemolojik, psikolojik, teknolojik, ekonomik özelliklerin de öğrencilere tanıtılması gerektiğini belirtmiştir. Bilimin doğası öğretiminde yer almasını önerdiği özellikler aşağıda yer almaktadır:

- Deney yapma (Experimentation)
- İdealleştirme (kanunların idealleştirilmiş durumları içermesi, doğada belirgin olmamaları-Idealisation)
- Modeller (Models)
- Değerler ve Sosyo-bilimsel konular (Values and Socio-scientific issues)
- Matematikleştirme (Mathematisation)
- Teknoloji (Technology)
- Açıklama (Explanation)
- Dünya görüşleri ve Din (Worldviews and Religion)
- Teori seçimleri ve rasyonellik (Theory choice and rationality)
- Feminizm (Feminism)
- Realizm ve Yapılandırmacılık (Realism and Constructivism)

Bir sonraki bölümde bilim tarihi ve bilimin doğası ile ilgili yapılan araştırmaların olduğu bölüm yer alacaktır.

2.1.4. Bilimin Doğasına Tarihsel Bakış

Bilimsel bilgi kesin ve mutlak olmayıp değişime açıktır ve yıllar içinde büyük dönüşümler geçirmiştir. Bu duruma paralel olarak; bilim anlayışları da değişerek, geleneksel (pozitivist) görüşten çağdaş yaklaşıma geçiş olmuştur.

Geleneksel anlayışına göre bilimde; gözlem ve deney ile anlaşılabilen bir gerçeklik vardır. Gerçekler, insan zihninden bağımsız olarak vardır. Bilgi değişimi, niceliksel ve birikimsel olur. Bilimin sonuçları nesnel ve evrenselidir (Özlem, 1998; Tezci ve Uysal, 2004; Deryakulu ve Bıkmaz, 2003; Terzi, 2005).

Felsefede ampirik geleneğe bağlı düşünürler tarafından oluşturulmuş induksiyon bir mantıksal düşünme, problem çözme yöntemidir. İndüksiyon temel olarak bir genelleme yöntemidir, tek tek nesnelerin veya olguların gözleminden hareketle bir genelleme oluşturmaya yarar. 20. yy. öncesi düşünce dünyasında Aristo'dan etkilenerek oluşturulmuş ve 17. yy'da Bacon tarafından geliştirilmiş induksiyon yöntemini kullanılmıştır. Kökü Aristo'ya uzanan induksiyonu bilimsel bir yöntem olarak ilk kez Francis Bacon ileri sürmüştür. Bacon'ın bilimsel bir yöntem olarak ileri sürdüğü induksiyon 20 yy.'da pozitivistler tarafından geliştirilmiştir. Pozitivistler, felsefenin temel amacını olguların betimlenmesi veya açıklanması olarak belirlemişlerdir (Yıldırım, 2012). Bu tümevarımsal bakış açısı bilimde gözlem yapmanın ve bilimsel bilginin doğrulanabilir olmasının önemini ortaya koymaktadır (McDonald, 2008).

Bunun yanı sıra çağdaş bilim anlayışına göre; bilimsel bilgi, bilim insanları tarafından oluşturulur ve bu sebepten insanların görüşlerini barındırmaktadır. Bilimsel bilginin geçici olabileceği ve doğruluğunun değişebileceği kabul edilir (Deryakulu ve Bıkmaz, 2003).

Bilim felsefecisi Karl Popper, geleneksel bilim anlayışının varsayımlarını reddetmiştir (akt. Terzi, 2005). Bilim, bilgiyi doğrulamak amacı taşımamalıdır. Aksine ortaya atılmış bir teoriyi yanlışlamaya çalışmalıdır. Tümevarımsal bakış açısının tam tersine Popper doğrulanabilirlik görüşüne karşı çıkarak bilimlerdeki yasaların doğrulanamayacağını savunur (Yenice, 2015). Popper bilimin gözlemden kurama doğru ilerlediğini savunan induksiyon (tümevarım) görüşünü eleştirmiş, hipotezin, tezin ve kuramın gözlemden önce geldiğini savunmuş, bilimsel teorilerin olguların gözlemine dayalı olarak elde edilmediğini ortaya koymuştur. Yanlışlanabilirlik savını ortaya koyan Popper bilimde doğrulanabilirlik ölçütünü reddetmiştir (Yıldırım, 2012). Popper'a göre bilimsel genellemeler ne kadar kanıt gösterilirse gösterilirse o teorinin doğruluğuna dair bir çıkarıma varılamayacağını belirtmiş, fakat yanlışlığına geçerli bir çıkarımla varılabileceğini söylemiştir.

Popper'ın yanlışlamayı metodolojik bir ilke haline getirmesini İmre Lakatos en iyi şekilde yorumlayarak bilimsel teorilerin gözlemler sonucu elde edilen çelişkili kanıtlara dayanarak reddedilemeyeceğini ortaya koymuştur (McDonald, 2008). Teorilerin geçerli gerekçelere sahip ikna edici başka bir teori ortaya çıkana kadar geçerli sayılması gerektiğini belirtmiştir. Aynı zamanda deneysel verilere eldeki teoriden daha iyi uyan bir teori olmadığı sürece mevcut teorinin yanlışlandığının kabul edilemeyeceğini ifade etmiştir (Yıldırım, 2012). Lakatos bir araştırma programının kendisinden ilerlemeci modeller üretebildiği ölçüde ilerlemeci olduğunu söylemiş eğer bir araştırmadan ilerlemeci modeller çıkmıyorsa o programın terk edilebileceğini belirtmiştir. Lakatos, Kuhn ve Popper gibi mantıksal olgucular bilimsel iddiaların doğrulanması, haklılığının savunulması prensibinden yola çıkarak bilim tarihinin de yeniden inşa edilebileceğini, bilimsel kavramların olduğu bağlamların göz ardı edilebileceğini savunmuşlardır (McDonald, 2008; Matthews, 2017)

Kuhn Bilimsel Devrimlerin Yapısı (2008) eserinde bir etkinlik olarak bilimi tanımlayan özellikleri belirlemiştir. Bilimsel faaliyetleri bilim öncesi dönem, olağan bilim dönem ve devrimci bilim olarak ifade ettiği üç dönem de incelemiştir. Bilim olarak tanımlanan faaliyetler olağan bilim dönemini oluşturan faaliyetlerdir. Kuhn bilim topluluğunun paradigmanın (bilim geleneğini oluşturan alanlar) ortaya koyduğu soruların üzerinde çalışmasını olağan bilim faaliyeti olarak tanımlar. Ancak bazı soruların (bulmacaların) paradigma içindeki geleneksel çözüm yöntemleri ile çözülemeyeceğini, bu gibi durumlarda paradigma dışı çözümlere yönelmesi gerektiğini ya da başka bir paradigmaya geçilmesini önermiştir. Kuhn bilimdeki paradigma değişimini devrimci bilim olarak tanımlamaktadır. Bir paradigmadan diğerine geçiş, ani bir dönüşümü gerektirir. Farklı paradigmalar, birbirleriyle karşılaştırılamayacak kadar farklı ölçütlere sahiptir (Demir, 2000; Asan, 2013).

Kuhn bilimsel devrimler kavramını ortaya atmış, zamanla belirsiz bulguların var olan bilimsel teorilerle açıklanamayacağını ve bir kriz durumunun oluşacağını belirtmiştir. Bu kriz bilim insanlarının belirsiz veri ve bulguları açıklamak için alternatif bir teori geliştirmeleri ile çözülür ve bu teori bilimsel topluluklar tarafından kabul edilir. Böylece yeni bir bilimsel gelenek başlamış olur (Kuhn, 2008). Kuhn'un vurguladığı bilimsel topluluklar ifadesi bilimin sosyal ve kültürel doğasına işaret etmektedir (McDonald, 2008). Kuhn'un görüşleri de Popper gibi temelde geleneksel bilim anlayışına karşı olan

düşüncelerdir. Bilimsel devrime kimya tarihinden bir örnek olarak; simyacıların yanma olayını açıkladıkları floyiston teorisi ve günümüzde geçerli olan oksijen teorisi verilebilir.

20. yy'ın ilk yarısında Robert Merton'un öncülüğünde bilim sosyolojisinin ortaya çıktığı görülmektedir (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000a). Merton bilimsel bilginin sosyal yapısından ziyade bilimin sosyal yapısı ile ilgili çalışmalar yapmıştır. Merton bilim yapmak için gerekli olan etik değerleri ortaya koymuştur. Bu değerleri; müştereklik, evrensellik, şüphecilik ve yansızlık olarak belirlemiştir (Matthews, 2017). Bilimin doğasının felsefe, tarih ve sosyoloji açısından kavramsallaştırılmasında meydana gelen değişimler fen eğitimcilerinin bilimin doğasını tanımını etkilediği görülmektedir (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000a). 1900'lerin başında bilimin doğası basitçe bilimsel yöntem olarak anlaşılırken, 1960'larda bilimsel süreç becerilerini ve sorgulamayı içeren etkinlikler olarak tanımlanmıştır (Lederman, 1992). 70'lerden itibaren bilimin doğasını tanımlamaya yönelik çalışmaların başladığı görülmektedir. Ohio Üniversitesi Fen Eğitimi Merkezi 1974 yılında bilimsel bilgiyi değişebilir, halka açık (müştereklik), tekrar üretilebilir, olasılıklara açık, insancıl, tarihsel, özgün, bütünsel ve deneysel kavramları ile tanımlanmıştır (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000a).

1980'lerden itibaren bilimsel bilginin özneliği, bilimin teori yüklü doğası ve bilimsel bilginin ortaya konmasında yaratıcılığın rolü gibi psikolojik etmenlerin yanı sıra bilimsel toplulukların sosyal yapısı, bilimsel iddiaların değerlendirilmesinde toplumsal söylemin etkisi gibi sosyolojik faktörlerinde bilimin doğası tanımlarında yer aldığı görülmektedir. NSTA'nın 1982 yılında ileri sürdüğü 'yeterli' bilimin doğası anlayışı; bilimin deneysel ve değişebilir doğasının anlamayı ve teorinin ve sorgulamanın bilimdeki temel rolünü değerlendirmelerini kapsamaktadır. Son yıllarda California Eğitim Bölümü bilimin kanıta dayanmasına karşın, bilimsel faaliyetlerin teori yüklü olduğunu ve bilim insanlarının belirli bakış açıları ile araştırmalarını yaptıklarını ortaya koymuştur. AAAS (Tüm Amerikalılar için Fen Derneği) (1990) yeterli bilimin doğası görüşüne sahip olmak için vurgulanması gereken üç temel bileşenin altını çizmiştir. Bu bileşenlerden ilki bilimin tüm sorulara cevap veremeyeceğini anlamak, ikincisi bilimsel sorgulamanın doğası ile ilgilidir. Bilimde sorgulama mantığa ve deneye dayansa da hayal gücü ve farklı açıklamaların keşfedilmesini içermektedir. Üçüncü bileşen ise bilimin sosyal ve politik boyutunun anlaşılmasıdır. En son olarak 1996 yılında

Amerika’da National Science Education Standards (Ulusal Fen Eğitimi Standartları) bilimsel önermelerin değişebilir, deneysel, tarihsel, mantığa dayalı ve doğrulanmış doğasını vurgulamakla birlikte aynı zamanda kuşkuculuk ve açık iletişim değerleri ile birlikte bilimsel bilginin oluşturulmasında kişisel, kültürel ve toplumsal inanışlarının etkisi de belirtilmiştir (Abd-El Khalick ve Lederman, 2000a).

Lederman’ın (1992) derlediği son 50 yılda bilimin doğası ile ilgili çalışmalarda araştırmacıların dört alanda çalışmalarını yürüttükleri görülmektedir. Bu alanlar; a) öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin ölçülmesi b) öğrencilerin bilimin doğasını görüşlerini geliştirmeye yönelik müfredatın geliştirilmesi, kullanılması ve değerlendirilmesine yönelik çalışmalar c) öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar d) öğretmenlerin bilimin doğası görüşleri, sınıf içi uygulamalar ve öğrencilerin görüşleri ile ilgili ilişkiyi belirlemeye yönelik çalışmalar, olarak literatürde yer almaktadır (McDonald, 2008).

1950’lerden sonra başlayan bilimin doğası görüşlerini ölçen çalışmaların (McDonald, 2008) sonuçlarına göre öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili yetersiz görüşe sahip oldukları belirlenmiştir. Aikenhead ve Ryan’ın (1992) geliştirdikleri Bilim-Teknoloji-Toplum (VOSTS) anketi ile iki binden fazla lise öğrencisinin bilim ile ilgili görüşlerini araştırmışlardır. Anketlerin değerlendirilmesi sonucunda öğrencilerin bilim ve teknoloji kavramlarını karıştırdıklarını, buna ek olarak % 46 sınıfın bilimin tanrısal doğrulara bağlı olduğunu, % 17 sınıfın bilimin yaratıcılığından emin olduklarını, % 19 sınıfın modellerin asıllarının birebir kopyası olduklarına inandıklarını, sadece % 9 sınıfın bilim insanlarının istenen sonuçlara ulaşmak için istedikleri yöntemle çalışabileceklerini düşündüklerini, % 64 ü ise hipotezlerin teori ile ve teorilerin ise kanunlarla aralarında içerdikleri kanıtlarla doğru orantılı olarak hiyerarşik bir ilişki olduğunu düşündüklerini bulmuşlardır.

Bu sonuçlar karşısında araştırmacıların müfredatın bu doğrultuda düzenlenmesi ile ilgili önerileri olmuştur. McDonald (2008) bu dönemde yapılan araştırmalarda bilimin doğası görüşlerinin gelişmesi için yapılan uygulamalarda öğretmenin etkisinin önemsenmediğine dikkat çekmiştir. Bu noktadan sonra öğretmenlerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerini ölçmeye ve geliştirmeye yönelik çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir (Ogunniyi, 1983; Pomeroy, 1993). Bir sonraki bölümde son yıllarda yapılan bilimin doğası ile ilgili araştırmalar incelenecek, öğrencilerin ve öğretmenlerin

bilimin doğası görüşlerini geliştirmeyi hedefleyen çalışmaları değerlendirilecek ve bu çalışmalarda kullanılan temel yaklaşımları ele alınacaktır.

2.1.5. Bilimin Doğası İle İlgili Alan Yazın

Günümüzde fen eğitimi alanındaki en temel amaçlarından biri öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili görüşlerinin oluşmasıdır. Yapılan çalışmalar bilimin doğası eğitimin verilmesinin Fen derslerinin temel hedeflerinden biri olması gerektiği doğrultusundadır (Akerson, Abd-El Khalick, Lederman, 2000). Birçok çalışma öğrencilerin bilimin doğası ile görüşlerini değiştirmekte zorlandıklarını göstermektedir (Duschl, 1990; Lederman 1992). McDonald (2010) bilimsel okuryazarlığın temel bileşeninin bilimin doğası kavramı olduğunu, bu yüzden öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinin bilimsel okuryazarlık için önemli olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmalar öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili belirli görüşlerinin oluşmasının ve var olan görüşlerin değiştirilmesinin kolay olmadığı konusunda birleşmektedir. Yapılan çalışmalarda NOS eğitimi verilmesinin ya da bilimin doğası ile ilgili aktiviteler yapmanın öğrencilerin NOS görüşlerinin gelişmesinde etkili olduğu vurgulanmaktadır. (McDonald, 2010)

Bilim doğası ile ilgili alan yazında yapılan çalışmalar iki farklı öğretim yaklaşımı altında toplanabilir. Bu alanlar dolaylı ve doğrudan yansıtıcı yaklaşım olarak ikiye ayrılmaktadır. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi bağlam üzerinden bir başka deyişle kimya/fen konuları ile ilişkilendirerek bilimin doğası öğretimi, bağlamdan bağımsız ya da jenerik aktivitelerle bilimin doğası öğretimi olarak da uygulanmaktadır. Bu bölümde bu alanlarda ilkokul, lise, üniversite öğrencileri, öğretmen adayları ve öğretmenlerle yapılan çalışmalar incelenecektir.

2.1.5.1. Dolaylı Bilimin Doğası Öğretimi ile İlgili Alan Yazın

Dolaylı yaklaşım ile bilimin doğası öğretiminde öğrencilere bilimsel süreç becerilerine yönelik aktiviteler, sorgulama tabanlı etkinlikler, laboratuvar uygulamaları ile öğretim yapılır. Bu öğrenme ortamlarında bilimin doğası özelliklerinden herhangi birine doğrudan vurgu yapılmaz, bireylerin kendi kendilerine öğrenmeleri ve çıkarım

yapmaları beklenir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Öğrencilerin derste aktif olarak, bilim yaparak (doing science) bilimin doğası özelliklerini anlamlandırabilecekleri düşünülür. (McComas, 1996; Abd-El Khalick ve Lederman, 2000a, Schwartz, Lederman ve Crawford, 2004). Aşağıda dolaylı bilim doğası öğretimi yapılan çalışmalardan örnekler verilecektir, yapılan araştırmalar bu yöntemin bilimin doğası görüşlerinin anlaşılmasında etkisiz olduğunu göstermektedir.

Moss, Abrams ve Robb (2001) bir yıl boyunca fen derslerinde 11-12 yaş öğrencilerinin uygulamalar yaptıkları çevre bilimi ile ilgili bir proje yardımı ile öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini incelediler. Öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin analiz edilmesi için bilimsel bilginin doğası ve bilimsel projelerin doğası bileşenlerinin anlaşılmasının hedeflendiği bir ölçek geliştirildi. Çalışma her ne kadar proje tabanlı öğrenmenin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin geliştireceği düşüncesi ile uygulanmış olsa da sonuçlar dolaylı yaklaşım ile yapılan bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmekte etkisiz olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

Benzer sonuçlar Schwartz, Lederman ve Thompson (2001) deneyimli bir öğretmenin sorgulama tabanlı çalışmalarını ve 9. Sınıf öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerini inceledikleri çalışmada da görülmektedir. Dokuz hafta boyunca altı sınıf içi etkinliğin gerçekleştiği çalışmada sınıf içi gözlemler, ders sonu tartışmaları, sınıf içi çalışmaları ve bilimin doğası ile ilgili cevaplanan üç soru incelenmiş ve öğrencilerin genellikle yetersiz bilimin doğası görüşlerine sahip oldukları bulunmuştur. Bu çalışmanın sonunda araştırmacıların fen derslerinde bilimin doğası öğretimi için doğrudan yansıtıcı yaklaşımı önerdikleri görülmektedir.

Sandoval ve Morrison (2003) dört hafta süren sorgulama tabanlı evrim ve doğal seleksiyon dersi sonunda ortaokul öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerini incelemiştir. Çalışmanın başında öğrencilerin bilimin doğası görüşleri yetersiz bulunmuştur. Çalışmanın sonunda öğrencilerin görüşlerinde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Aynı zamanda yapılan mülakatlar boyunca öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde kopukluk ve dengesizlik olduğu ortaya konmuştur. Bu çalışmanın sonucunda araştırmacılar sorgulama tabanlı etkinliklerin bilimin doğası görüşlerindeki gelişmeye çok az etkisi olduğu sonucunu çıkartmıştır.

Farklı bir görüş olarak öğrenciler sorgulama tabanlı laboratuvar aktiviteleri yapmalarının, bilimin doğası eğitimi almasalar bile bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde etkili olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmalar ayrıca verilen bilimin doğası eğitiminin öğrencilerin tümünün bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde etkili olmadığını belirtmektedir (Abd-El Khalick ve Akerson, 2004).

Bu çalışmalara paralel olarak Palmquist ve Finley'in (1997) 15 öğretmen adayı ile yürüttüğü araştırma sonucu birçok katılımcının bilimin doğası görüşlerinin 'gelenekselden' 'çağdaş' geçtiği bulunmuştur. Araştırmacılar işbirlikçi öğrenme ve kavramsal değişim metotlarının doğrudan bilimin doğası öğretimi olmadan öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesi için yol açtığı sonucuna varmışlardır.

Dolaylı bilimin doğası öğretimi sonucu olumlu sonuçlar elde edilen başka bir çalışma da Smith, Maclin, Houghton ve Hennessey (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma iki grup öğrenci ile altı yıl boyunca sürmüş uzun soluklu bir çalışmadır. Çalışma öğrenciler ilk okula başladığında başlamış, altıncı sınıfın sonuna dek sürmüştür. Çalışma sonunda 'öğrenci merkezli grubun' diğer gruba göre daha gelişmiş bilimin doğası görüşüne sahip oldukları bulunmuştur. Bu araştırma çalışma süresinin yanı sıra altı yıl boyunca aynı öğretmenin uygulamayı yapması anlamında farklılık göstermektedir. Bu durum, uzun süre uygulanan özgün sorgulama bazlı aktivitelerin, karmaşık bilimsel problemlerin ve öğrencilerin kendilerinin yönlendirdiği öğrenme faaliyetlerinin içinde olmalarının bilimin doğası görüşlerinin gelişmesine katkı sağladığını göstermektedir.

Vhurumuku, Holtman, Mikalsen ve Kolsto (2006) son yıllarda gerçekleştirdi bir çalışmada 72 Zimbabve'li öğrencinin katıldıkları laboratuvar çalışmalarının bilimin doğası görüşlerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada öğrencilerin mülakatlara ve açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar incelenmiş ve katıldıkları laboratuvar çalışması sonucu bilimin doğası anlayışlarının geliştiği sonucuna varılmıştır. Çalışmanın sonuçları olumlu olmasına rağmen sonuç kısmında araştırmacılar bilimin doğası öğretimi için doğrudan yansıtıcı öğretim modelini önermiştir.

Morgil, Temel, Seyhan ve Alşan (2009) çalışmalarında, laboratuvar uygulaması ve proje tabanlı laboratuvar uygulamasının fizik öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerine ve kimyaya karşı tutumlarına olan etkisini araştırmıştır. Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi, Fen Öğretimi İnanç Ölçeği ve Kimyaya Karşı Tutum Ölçeği ön

test ve son test olarak uygulanmıştır. Çalışmada, genel kimya laboratuvarı kapsamında yapılan deneylere ek olarak proje tabanlı laboratuvar uygulaması yapılmıştır. Laboratuvar uygulamaları ve proje tabanlı öğrenme uygulaması ile öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştiği ortaya konmuştur. Ayrıca, gerçekleştirilen uygulamaların, öğrencilerin kimyaya karşı olan tutumlarını da arttırdığı belirlenmiştir. Yukarıda yer alan araştırma sonuçları dolaylı bilimin doğası öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde etkili olmadığını göstermektedir.

2.1.5.2. Doğrudan Yansıtıcı Bilimin Doğası Öğretimi ile İlgili Alan Yazın

Doğrudan yansıtıcı yaklaşım bilimin doğasını bilimin doğası kavramlarının entegre edildiği etkinlikler, tartışma ve soru sorma yolu ile öğrencilerin farkında olmalarını sağlar (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Bu yöntem de amaç bilimin doğası bileşenlerini açıkça vurgulamak ve önemli noktaların altını çizerek bunların kavranmasını sağlamaktır. Araştırmacılar bilimin doğasını öğretmek için hazırlanan etkinliklerin herhangi bir vurgu yapılmadan uygulanmasının bilimin doğası öğretiminde bir katkı sağlamadığını ortaya koymuşlardır (Khishfe ve Lederman, 2006; Khishfe, 2008). Bu noktada doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde bilimin doğası özellikleri açıkça belirtilmeli, tartışılmalı, üzerinde düşünülmeli ve bilim doğasını ile ilgili etkinliklerin kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Khishfe ve Lederman, 2006). Schwartz ve Lederman (2002) doğrudan yansıtıcı bilim doğası öğretiminde tarihten örneklerin kullanılmasının önemini vurgulamışlardır. Bu öğretim yöntemi için ana hedef bilimin doğası kavramlarının öğretilmesidir, diğer öğrenilen bilgilere ek olarak yan bir öğrenme olarak ele alınmamalıdır.

Literatürde yer alan birçok doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin sorgulama tabanlı etkinlikler ve bilim tarihinden örnekler içerdiği görülmektedir.

Larson (2000) bir yıl boyunca süren çalışmasında kimya öğretmeninin ve öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerini incelemiştir. Etnografik bir araştırma olan çalışmanın veri analizinde görüşmeler, saha notları ve yazılı metinler kullanılmıştır. Bilimin doğası görüşleri yeterli bulunan öğretmen sınıf içindeki öğretim ve tartışmalar yoluyla bilimin doğası kavramlarını vurgulamıştır. Çalışmanın sonunda öğrencilerin çoğunun bilimin doğası görüşlerinin geliştiği görülmüştür.

Khishfe ve Abd-el Khalick (2002) 62 ilkokul öğrencisi ile yaptıkları çalışmada doğrudan yansıtıcı ve dolaylı bilimin doğası öğretimi karşılaştırmışlardır. 2, 5 ay süren çalışmada iki grup öğrenciye sorgulama tabanlı aktiviteler yolu ile öğretim yapılmış, doğrudan yansıtıcı öğretim yapılan grupta bilimin doğası bileşenlerinin vurgulandığı, öğrencilerin görüşlerini yansıttıkları aktiviteler kullanılırken, dolaylı öğretimin yapıldığı grupta bilimin doğası ile ilgili vurgu yapılmamıştır. Çalışmanın başında öğrencilerin çoğunun zayıf görüşe sahip oldukları belirlenirken, uygulama sonrası dolaylı bilimin doğası öğretimin yapıldığı grupta öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde önemli bir değişim gözlenmemiş, doğrudan yansıtıcı öğretimin gerçekleştiği grubun öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerinde olumlu yönde gelişim olduğu belirlenmiştir.

Lederman, Lederman, Kim ve Ko (2006) 23,500 öğrenci ve 236 öğretmenin katılımı ile gerçekleştirdikleri beş yıl süren sorgulama tabanlı bilimin doğası öğretim projesi sonucu hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin geliştiği görüşmüştür.

Küçük (2006) çalışmasında, doğrudan yansıtıcı yaklaşıma dayalı bilimin doğası etkinliklerinin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin ve bir fen bilgisi öğretmenin bilimin doğası kavramları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bilimin; deney ve gözlemlere dayanan, kesin olmayan, çıkarıma dayalı, hayal gücüne ve yaratıcılığa dayanan doğasına ilişkin 12 öğretim etkinliği tasarlanarak 17 ilköğretim 7. Sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Aynı zamanda etkinlikleri uygulanan öğretmenin de bilimin doğasına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Veriler, bilimin doğası anketleri ve yarı yapılandırılmış mülâkatlar, tutum anketi, bilimsel bilginin doğası anketi ve her bir etkinlikten sonra öğretmen ve öğrenciler tarafından yazılan yansıtıcı günlükler aracılığı ile toplanmıştır. Her bir öğrencinin ve öğretmenin çalışmadan önce ve sonra bilimin doğasıyla ilgili profilleri çıkarılmış ve karşılaştırılmıştır. Uygulama öncesinde, bilimin doğası bileşenleriyle ilgili zayıf düşüncelere sahip olan öğrencilerin ve ders öğretmenin görüşlerinin yeterli düzeyde doğru değiştiği ortaya konmuştur. Öğrencilerin tamamına yakınının bilimin doğasının vurgulanan dört bileşeniyle ilgili düşünceleri değişmiş, öğretmen ise bilimsel bir teori ve kanun arasındaki fark görüşü dışındaki görüşleri yeterli bulunmuştur. Etkinlikler ayrıca öğrencilerin fen dersine karşı tutumlarını da olumlu yönde değiştirmiştir.

Irwin (2000) 50 ortaokul öğrencisi ile yaptığı eylem araştırmasında benzer sonuçlara ulaşmıştır. İki grup öğrenci ile yapılan çalışmada deney grubunda sekiz ders boyunca fen dersleri tarihsel bakış açısı eklenerek işlenmiş, diğer grupta sadece fen dersi yapılmıştır. Uygulama sonrası deney grubunda yer alan öğrencilerin tarihteki bilim insanlarının yaratıcı doğası ve bilimsel bilginin değişebilir doğası görüşlerinin geliştiği sonucuna varılmıştır.

Abd-el Khalick ve Lederman (2000b) 15 hafta süren bilim tarihi dersinin 166 üniversite öğrencisi ve 15 öğretmen adayının bilimin doğası görüşlerine etkisini incelemiştir. Değerlendirme için kullanılan bilimin doğası görüş formu ve yarı yapılandırılmış görüşmelerin sonucunda öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun birçok bilimin doğası bileşeni ile ilgili yetersiz görüşe sahip oldukları bulunmuştur. Araştırmacılar her ne kadar öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde önemli bir değişim görmeseler de değişen görüşlerin bilim tarihi dersi sayesinde olduğunu ifade etmiştir.

Niaz (2009) çalışmasında, kimya öğretmenlerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini tarihsel tartışmalar kullanarak geliştirmeyi amaçlamıştır. Seçilen tartışmalar, kimya müfredatında yer alan konuları içermektedir. Çalışmaya, “Kimya Öğretiminde Araştırma” dersini alan 17 öğretmen adayı katılmıştır. Veri analizi için yazılı raporlar, sınıf içi tartışmaları ve yazılı sınavlar kullanılmıştır. Sonuçlar, yapılan öğretimin öğretmenlerin bilimsel yöntemin doğası, bilimin gözlem ve deneye dayalı yapısı, objektifliğine ilişkin problemler, bilimin doğası ve kimya öğretimi ile ilişkili mitler, bilimde yaratıcılığın rolü, bilimsel kanun ve gözlemler arasındaki fark bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin geliştirdiğini ortaya koymuştur.

Bayır ve Köseoğlu (2010) çalışmalarında, doğrudan-yansıtıcı sorgulayıcı-araştırmaya dayalı mesleki gelişim çalışma atölyesinin 20 kimya öğretmen adayının bilimsel bilginin doğası anlayışlarına etkisini araştırmışlardır. Bilimsel bilginin doğası anlayışındaki değişimleri ortaya çıkarmak için Bilimsel Bilginin Doğası Ölçeği ve görüşmeler ön test-son test olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerinde anlamlı bir gelişme olduğunu ortaya çıkarmıştır. Çavuş (2010), fen bilgisi ve matematik öğretmen adaylarının bilimin doğasına ilişkin görüşlerini doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinlikleri ile geliştirmeyi amaçlamıştır. Sonuçlar, katılımcıların görüşlerinde olumlu değişimler olduğunu göstermektedir.

Erdoğan (2011), lise düzeyindeki fen sınıflarında doğrudan-yansıtıcı yaklaşımla tasarlanmış bilimin doğası odaklı fen öğretiminin bilimin doğası anlayışlarına etkisini incelemiştir. Sonuçlar, içeriğe entegre edilmiş bilimin doğası öğretiminin bilimin doğası anlayışlarını geliştirdiğini göstermektedir.

Kaya (2011), fen konularından ışık ünitesi ile ilişkilendirilmiş doğrudan yansıtıcı yaklaşım stratejisinin ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerine etkisini araştırmıştır. Kontrol grubunda programda önerilen şekilde ders işlenirken, deney grubunda doğrudan yansıtıcı yaklaşım stratejisi uygulanmıştır. Sonuçlar, doğrudan yansıtıcı yaklaşım stratejisinin görüşleri geliştirmede daha etkin olduğunu göstermiştir.

Çakmakçı (2012) çalışmasında doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi araştırma yöntemlerine entegre ederek, fen bilgisi öğretmenliğinde son sınıfta okuyan 48 öğrencinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Katılımcılar, uygulama boyunca doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası öğretimi almışlar ve aynı zamanda akademik makaleleri değerlendirme, araştırma projesi tasarlama ve yürütme, araştırma raporu yazma, bulgularını paylaşmak için gerekli materyalleri hazırlama konularında bilgilendirilmişlerdir. Uygulama öncesi ve sonrası uygulanan bilimin doğasına ilişkin Görüşler Ölçeği (VNOS-C) ve bireysel görüşmeler değerlendirilmiş ve çoğu öğretmen adayının bilimin doğası görüşlerinin geliştiği bulunmuştur.

Eastwood, Sadler, Zeidler, Lewis, Amiri ve Applebaum (2012), çalışmalarında, doğrudan-yansıtıcı bilimin doğası eğitimi ile aktarılabilecek sosyo-bilimsel konular ve bağlamla ilişkili iki öğretim tasarımının öğrencilerin bilimin doğasına anlayışlarına olan etkisini araştırmıştır. 11. ve 12. Sınıfta öğrenim gören anatomi ve fizyoloji öğrencilerinden oluşan dört sınıf çalışmaya katılmıştır. İki sınıf (sosyo-bilimsel konular grubu) sosyo-bilimsel konular çerçevesinde tasarlanmış bilimin doğası öğretimi, diğer iki sınıfsa (içerik grubu) müfredat konuları ile ilişkili bilimin doğası eğitimi almışlardır. Açık uçlu sorulardan oluşan bir bilimin doğası ölçeği okul yılının başında ve sonunda gruplara uygulanmış ve öğrenci profillerini oluşturabilmek için veriler analiz edilmiştir. Öğretim öncesi gruplar arası ve öğretim öncesi-sonrası gruplar arası ve gruplar içi bilimin doğası kavramlarındaki değişimler incelenmiştir. Hem sosyo-bilimsel konular grubu hem de içerik grubu bilimin doğasına ilişkin birçok bileşende anlamlı derecede gelişim göstermiştir fakat gruplar arası gelişim arasında anlamlı bir fark

bulunmamaktadır. Buna rağmen, son test analizleri, sosyo-bilimsel konular grubundaki öğrencilerin bilimin doğasının sosyal ve kültürel yönüyle ilgili örnekler vererek bu konudaki görüşlerini aktarabildiklerini göstermektedir. Bulgular, sosyo-bilimsel konular içeriğinin, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini geliştirdiğini göstermektedir.

Erdoğan ve Köseoğlu (2015) çalışmalarında, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını açık-düşündürücü yaklaşımla geliştirmek için kimyasal denge konusu ile ilgili uygulamalar geliştirmişler ve bu uygulamaların öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarına etkisi incelenmiştir. Açık-düşündürücü sorgulayıcı-araştırma etkinliklerini içeren bu eğitime 15 lise 3. sınıf öğrencisi katılmış ve haftada 3 saat olmak üzere dört hafta süreyle uygulanmıştır. Araştırmada anket, görüşme ve yazılı geri bildirim formu gibi çeşitli nitel veri kaynakları kullanılmış. Çalışmanın bulguları, öğrencilerin hem bilimin doğasının birçok boyutu ile ilgili anlayışlarında olumlu yönde değişimler olduğunu hem de öğrencilerin kimya derslerine karşı tutumlarının olumlu yönde geliştiğini göstermiştir.

Göksu, Aslan, Özel ve Şenel-Zor (2016) araştırmalarında 10 hafta boyunca 62 fen bilgisi dersi öğretmen adayı açık-düşündürücü yaklaşım ve bilimin tarihi temel alınarak hazırlanan etkinliklerde yer almıştır. Verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgular açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretimin öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışlarını olumlu bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Özellikle öğretmen adaylarının gözlemlerin, bilimsel modellerin, hipotezlerin, teorilerin ve kanunların doğası ve bilimsel bilginin epistemolojik durumu üzerine görüşlerinin naif görüşten bilgilili görüşe doğru geliştiği görülmüştür.

Adıbelli-Şahin ve Deniz (2017) yaptıkları nitel araştırmada dört ilköğretim öğretmenin doğrudan yansıtıcı bilim doğası etkinlikleri doğrultusunda değişen bilimin doğası görüşlerini araştırmışlardır. Amerika'nın kuzey doğusunda bir okulda çalışan öğretmenler bir öğretim yılı boyunca mesleki gelişim eğitimi almışlardır. Mesleki gelişim programı iki safhadan oluşmaktadır. Birinci safhada bilimin doğası öğrenimi, ikinci safhada ise bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizinde ilköğretim için bilimin doğası değerlendirme formu (VNOSD-2) ve mülakatlar kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda öğretmenlerin bilimin doğası görüşlerinin geliştiği

bulunmuştur. Aynı zamanda öğretmenler bilimin doğasını sınıfta nasıl öğreteceklerini öğrendiklerini ifade etmişlerdir.

Yukarıda belirtilen doğrudan yansıtıcı bilimin doğası çalışmalarının genel olarak bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde etkili oldukları görülmektedir. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminde sorgulama tabanlı bilimin doğası etkinliklerinin, bilimin doğası bileşenleri ile ilgili sınıf içi tartışmanın ve bilim tarihinin kullanıldığını görmekteyiz. Yapılan çalışmalar bilimin doğası öğretiminde sorgulama tabanlı bilimin doğası etkinliklerinin yalnızca bilim tarihi kullanılan çalışmalardan daha etkili olduğunu göstermektedir.

Bunlara ek olarak doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi bağlam ile ilişki ve bağlamdan bağımsız (jenerik aktiviteler) ile bilimin doğası öğretimi olarak da alan yazında yer almaktadır. Bağlam ile ilişkili bilimin doğası öğretimi bilimin doğası bileşenlerinin öğretilen fen konuları ile ilişkilendirerek öğretilmesine dayanmaktadır. Buna karşın bağlamdan bağımsız diğer bir deyişle jenerik aktivitelerle bilimin doğası öğretiminde vurgulanan bileşenler fen müfredatı ile bağlantısı olmayan etkinliklerden oluşmaktadır.

Üniversite öğrencilerinin bir dönem boyunca katıldıkları astronomi dersinin bilimin doğası görüşleri üzerine etkileri incelenmiştir (Brickhouse, Dagher, Letts ve Shipman, 2000). Öğrencilerin çalışma notları, görüşmeler ve araştırmacının saha notları aracılığı ile toplanan verilerin analizi sonucu öğrencilerin genel olarak bilimsel teorilerden bahsederken zorluk yaşadıkları sonucuna varılmıştır. Buna karşın, bazı özel teorileri açıklarken daha başarılı oldukları gözlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar öğrencilere bilimin doğası eğitiminin öğrencilerin ilişki kurabilecekleri bir bilimsel içerik üzerinden verilmesini önermişlerdir.

Khishfe ve Lederman (2006) 42 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile çevre bilimleri dersinde küresel ısınma konusunda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmada iki grup yer almıştır. Gruplardan birinde küresel ısınma konusu ile ilişkilendirerek bilimin doğası öğretimi yapılırken, diğer grupta jenerik etkinliklerle bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın başında ve sonunda uygulanan bilimin doğası görüşleri anketi, mülakatlar ile yolu ile elde edilen verilerin analizi sonucu başlangıçta öğrencilerin çoğunun bilimin doğası görüşlerinin zayıf

olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda öğrencilerin genel olarak bilimin doğası görüşlerinin geliştiği gözlemlenirken, küresel ısınma konusu ile ilişkilendirerek bilimin doğası öğretimi yapılan grubun (bağlam ile ilişkili) öğrencilerinin daha fazla gelişme kaydettikleri sonucuna varılmıştır. Çalışmayı yürüten araştırmacılar tartışmaya açık bir konu üzerinden bilimin doğası kavramının anlatılmasının daha etkili olduğunu ve ileride gerçekleşecek araştırmalarda kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Literatürde müfredatla ilişkilendirilmiş bilimin doğası öğretiminin, bağlamdan bağımsız jenerik aktivitelerle gerçekleşen bilimin doğası öğretiminden daha etkili olduğunu savunan görüşler var olmakla birlikte bunun tersini ortaya koyan, bu iki öğretiminin bilimin doğası anlayışının gelişmesi açısından farklı olmadığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır.

Önen (2011), 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 etkisini belirlemiştir. Araştırmada üç farklı grup yer almıştır. 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 göstermiştir. Buna karşın kontrol grubunda uygulanan Genel Kimya I öğretimin 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.

Özetlemek gerekirse yukarıda yer alan çalışmalar doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin bilimin doğası öğretiminde daha etkili olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda bilimin doğası aktivitelerinin müfredat konularını içermesi ve müfredat konuları ile bilim tarihinin ilişkilendirilmesi bilim doğası anlayışını geliştiren unsurlar olarak yer almaktadır. Sosyo-bilimsel senaryoların bilimin doğası öğretiminde etkili olduğu da literatürde yer almaktadır. İnce ve Özgelen (2015) 2004-2014 yılında literatürde yer alan bilimin doğası ile ilgili makaleleri farklı açılardan incelediklerinde lise öğrencileri ile birlikte yapılan bir adet çalışma bulunduğunu belirtmişlerdir. Bütün bu veriler bu araştırmanın önemini vurgulamaktadır. Bir sonraki kısımda fen eğitiminde argümantasyon alanında yapılan çalışmalar ile ilgili değerlendirme yer alacaktır.

2.2. Argümantasyon

Düşüncelerin tartışılması bilimin ayrılmaz bir parçasıdır. Bilim insanları düşüncelerini belirtirler, hipotezlerini destekleyecek gerekçeler ortaya koyarlar ve farklı görüşleri tartışır. Garcia-Mila ve Andersen (2007) bilimi, araştırma süreçlerinden beslenen, bilimsel çevrelerin arasındaki anlaşmazlıkların çözüldüğü, fikir birliğine varıldığı bir sosyal yapılanma olarak tanımlamıştır. Seçenekleri ve kanıtları değerlendirme, metinleri yorumlama, iddiaların geçerliliğini ölçme argümanın ve bilginin oluşturulmasındaki en önemli bileşenlerdir. Kitcher (1988) argümantasyonu dünya ile ilgili bilgi üretmede kullanılan bir araç olarak tanımlamıştır. Siegel'a (1995) göre bilimsel açıklamaların yapılmasında model ve teorilerin oluşturulmasında argüman geliştirmenin önemli bir rolü vardır. Toulmin tanımında bilim insanlarının argümanları; gerekçeler ve destekler kullanarak oluşturdukları kanıtlarını iddialarını ortaya koymak için kullandıklarını ifade etmiştir (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Kuhn (1993), Erduran ve Jiménez-Aleixandre (2007), Kitcher (1988) argümantasyonun (Bilimsel Tartışma Yöntemi) bilimin işleyişi ve oluşturulması açısından temel oluşturduğunu belirtmişlerdir. Billig'e göre (1987) argüman geliştirmenin hem bireysel hem sosyal boyutu vardır. Bir kişi bir konu ile ilgili düşüncelerini açık bir dil ile ifade ediyorsa, bir argüman geliştirmiş demektir. İnsanların birbirleri ile düşüncelerini paylaşmaları, karşılıklı tartışmaları argüman geliştirmenin sosyal boyutudur. Kuhn ve Reiser (2006) bu iki boyutun birbiri ile ilişkisi olduğunu düşünmektedir. Sosyal argümantasyon bireysel düşünme becerilerini dışa vurmanın en önemli yoludur. Argümantasyon (Bilimsel Tartışma Yöntemi) bilimsel bilginin gelişmesi için gerekli bir araçtır. Bu yöntem bilimsel modellerin ve teorilerin geliştirilmesinde önemli bir rol oynar (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Duschl ve Osborne (2002); Erduran ve Jiménez-Aleixandre'nin (2007) ortaya koydukları üzere argümantasyon fen eğitiminin bir boyutu olmalıdır. Önceki yıllarda yapılan araştırmalar okullardaki fen eğitiminde pozitivist bir yaklaşımın hâkim olduğunu öne sürmektedir. Driver, Newton ve Osborne'a (2000) göre pozitivist yaklaşımın olduğu fen derslerinde sadece 'doğru' cevaplar vardır. Öğrenciler de eldeki verilerle hiç tartışmadan doğru cevaplara ulaşırlar. Kuhn (2005) fen eğitiminin en önemli iki hedefinin sorgulama yapabilmek ve bilimsel tartışma becerilerinin kazandırılması olduğunu vurgulamıştır. Jiménez-Aleixandre ve Erduran (2008) (aktaran Kaya, Çetin ve Erduran, 2014) argümantasyonun fen eğitimine olan katkılarını;

- Fen öğreniminde bilişsel ve meta bilişsel süreçleri destekleme,
- İletişim becerilerinin gelişimini arttırma ve eleştirel düşünmeyi sağlama,
- Bilimsel okuryazarlığa olanak sağlama ve öğrencileri fen diliyle konuşmaları ve yazmaları için teşvik etme,
- İddiaları değerlendirmede öğrencilerin epistemolojilerini geliştirme ve fen kültürünün edinilmesini sağlama ve
- Bilimsel düşünmeyi destekleme olarak sınıflandırmıştır.

Bu bölümde argümantasyon alanında yapılan çalışmalara yer verilmekle birlikte, bu çalışmanın argümantasyon ile ilgili alan yazında nerede durduğunun belirlenmesi ve argümantasyon eğitiminin farklı biçimlerinin incelenmesi hedeflenmektedir. Alan yazında yer alan doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitimi, argümanın içeriği ve öğrencilerin argümantasyon becerilerini etkileyen faktörler incelenecektir. Öncelikle argümantasyon tarihi ve farklı argüman biçimlerine ve argümantasyon modellerine yer verildikten sonra, fen eğitiminde argümantasyon alanında yer alan çalışmaların altı çizilecektir.

2.2.1.Argümantasyon Tarihi

Argümantasyonun kökeni, mantık ve doğruya ulaşma gibi fikirlere öncülük eden Aristo ve Sokrat gibi filozoflara dayanmaktadır (Kaya ve Kılıç, 2008; Aldağ, 2006). Argümantasyon, Aristo'ya kadar dayanan söz söyleme sanatının esası olarak kabul edilir (Billig'den (1989) aktaran Kaya ve Kılıç, 2008). Bu düşünürler akla dayanan argümanların oluşturulmasının toplumdaki düşüncelerin harekete geçirilmesi için esas olduğunu savunmuşlardır, çalışmalarının temel amacı toplumun söylemini geliştirmek veya değiştirmek arzusudur. Akıl yürütme iki ana kategoriye ayrılmıştır; formal akıl yürütme (mantık) ve informal olmayan akıl yürütme. Mantıksal akıl yürütme eski ve şimdiki zamanların en etkili düşünce biçimi olmuştur. Genellikle matematik ve fizik gibi disiplinlerde tümevarım ve tümdengelim kullanılarak önermelerden mantıksal sonuç çıkarma olarak düşünülmüştür (McDonald, 2008).

Eski çağlarda Aristo ile ilişkilendirilen mantık, önermelerin geçerliliğini veya doğruluğunun sağlanmasına imkân tanıyan argümantasyon kalıplarının belirlenmesine dayanmaktadır. Tartışma şemalarının sistematik olarak inceleyen Aristo iki grubun

fikirler üzerinde tartışmalarını, diyalektik muhakeme olarak adlandırmıştır. Aristo, muhakemenin farklı diyaloglarda farklı şekillerde yapıldığını görmüş ve çalışmalarını tartışmaların yapısal farklılıklarını belirlemek ve değerlendirmek üzerine yoğunlaştırmıştır (Walton'dan (1996) aktaran Kaya ve Kılıç, 2008). İnfomal akıl yürütme biçimlerinin kökeni her ne kadar eski zamanlara dayansa da o dönemde etkili olmadığı görülmektedir. Toulmin'in formal akıl yürütme yöntemlerinin kullanışlılığına meydan okumasından dolayı 20. yy'da popülerlik kazanmıştır. İnfomal mantık alanında yayımlanan ilk ders kitaplarından biri Toulmin'in klasik mantığa alternatif olarak önerdiği tartışma modelinin yer aldığı, 1958'de yayımlanan Tartışmanın Kullanılması (The Uses of Argument) adlı kitabıdır (Aldağ, 2006). Bu kitap mantıksal düşünme ve argümantasyon açısından önemli bir noktadır ve birçok felsefecinin düşünme sürecinde infomal akıl yürütmenin yararlarını görmelerini sağlamıştır (McDonald, 2008). İnfomal akıl yürütmenin amacı günlük hayatta kullanılan argümantasyonlarda karşılaşılan belirsizlikleri, karmaşıklığı yorumlayan, değerlendiren ve düzenleyen normlar, ölçütler ve prosedürler geliştirmektir (Van Eemeren, Grootendorst, Jackson ve Jacobs'dan (1996) aktaran McDonald, 2008). Bu tür akıl yürütme genelde net çözümü olmayan sorunlu durumlarda kullanılır ve sorunun çözümü için tümevarımsal akıl yürütme kullanılmasını gerektirir.

2.2.2.Argüman Biçimleri

Literatürde 'argüman' sözcüğünün farklı tanımları bulunmaktadır. Kuhn'a (1991) göre argüman iki zıt iddianın yan yana durmasıdır. Toulmin'e (1958) göre argüman bir iddia ve ona eşlik eden gerekçeden oluşmaktadır. Walton (1996) ise argümanı ihtilaflı bir konu üzerinde insanların birbirleri ile etkileşerek akıl yürütmeleri olarak tanımlamıştır. Birçok tanımı olan argümanın bilinen üç farklı biçimi bulunmaktadır (Van Eemeren, Grootendorst, Jackson ve Jacobs, 1996). Bunlar analitik, retorik ve diyalektik argüman olmak üzere üç grupta sınıflandırılmaktadır (Brockriede'den (1980) aktaran Aldağ, 2006).

2.2.2.1. Analitik Argüman

Analitik argüman mantık üzerine kurulmuş, bir dizi dayanak kullanarak tümevarım ve tümdengelim yolu ile sonuca ulaşan tartışmalar olarak tanımlanmıştır. Bu tip tartışmalar

ima, kıyaslama ve yanlış düşünceler içerebilmektedir (Jiménez-Aleixandre, Rodriguez ve Duschl, 2000).

2.2.2.2. Retorik Argüman

Retorik argümanın kökenleri Aristo gibi Yunan filozoflara kadar uzanmaktadır. Bu düşünürler retorik argümanı etkili ikna teknikleri veya günlük söylemdeki etkili ikna biçimleri olarak tanımlamışlardır (Van Eemeren, Grootendorst, Jackson ve Jacobs, 1996). Başka bir tanıma göre ortaya atılan bir iddianın kuvvetliliğini başkalarına anlatmak ve onları ikna etmek için kullanılan tartışmalardır (Gümrah, 2013). Bu tartışmalarda delillerin sunulması ve bilgi ile ikna etme hedeflenmektedir (Jiménez-Aleixandre, Rodriguez ve Duschl, 2000). Driver, Newton ve Osborne (2000) fen derslerinde retorik argümanların fen bilgisi öğretmenleri tarafından ortaya attıkları iddianın akli yatkınlığı ve güçlülüğü konusunda öğrencileri ikna etmek için kullanıldığını ifade etmiştir. Yalnız retorik argümanın fen dersleri uygulamaları sınırlılık göstermektedir çünkü tek yönlüdür ve öğrencilere kendi argümanlarını oluşturma fırsatı vermemektedir (McDonald, 2008).

2.2.2.3. Diyalektik Argüman

Eski çağlarda diyalektik argüman eleştirel tartışmalar yolu ile sorgulama sanatı olarak tanımlanmıştır (Van Eemeren, Grootendorst, Jackson ve Jacobs, 1996). Diyalektik tartışmalar Yunanlı filozof Sokrat ile birlikte anılmaktadır, bir durumun tartışmalı yönlerinin ortaya çıkarılmasına veya elimine edilmesine dayanmaktadır. 20 yy'da diyalektik argüman tekrar gündeme gelmiştir. Bu tip tartışmalar doğruluğu delillerle kabul edilmemiş varsayımlardan, sonuca giden argümanlardan oluşmaktadır ve gündelik yaşamda kullanılan mantığın bir parçasıdır. Driver, Newton ve Osborne (2000) grup çalışmalarında diyalektik argümanların kullanımını incelemişler ve argümanın sosyal yapısının ortaya çıkması ve öğrencilerin tartışma becerilerinin gelişmesi için grup çalışmasının ideal bir ortam yarattığını belirtmişlerdir.

2.2.3. Argümantasyon Modelleri

Fen Eğitiminde argüman kullanmanın yöntemlerini ve bilişsel, sosyal ve pedagojik etkilerini incelemekten önce argümantasyon tanımlarını ve bilimsel bir düşünceyi etkili olarak ortaya koymanın kriterlerini ve kullanılan argümanları analiz metotları açıklanmalıdır.

Garcia-Mila ve Anderson (2007) argümantasyonu iki ya da daha fazla kişinin claim-iddia, counter claim- karşı iddia ve rebuttal-iddiaların çürütülmesi üzerinden tartışarak akıl yürütme, gerçekleri ve çelişkilerini ortaya koyma aktivitesi olarak tanımlamıştır. Argümanı oluşturan temel bileşenler iddia, karşı iddia ve iddiaların çürütülmesidir. Etkili bir argüman;

- 1) Karşı tarafın görüşlerini kendi argümanını desteklemek için kullanmalı,
- 2) Karşı tarafın argümanındaki zayıflıkları ortaya çıkararak onu çürütmelidir (Walton, 1989).

Bu kavramlar hepimize çok tanıdık gelse de yapılan araştırmalar öğrencilerin ve öğretmenlerin bilimsel tartışmalara girmekte zorlandıklarını göstermektedir. Felton ve Kuhn (2001), Walton'un (1989) tanımından yola çıkarak bilimsel bir tartışmada gerçekleştirilmesi beklenen üç temel hedef belirlemişlerdir.

1. İddiaları destekleyecek kanıtlar olmalıdır
2. Karşı tarafın iddialarında çürütülebilecek noktalar belirtilmelidir.
3. Karşı tarafın güçlü olduğu iddialar çürütülmeli veya etkisi azaltılmalıdır.

Felton ve Kuhn (2001) argümanların analizinde gelişimsel bir bakış açısı kullanmışlardır. Bir argüman analiz edilirken 'katılmıyorum' ile başlayan basit argümanlardan, karşı iddiaların kullanıldığı ve delillerin çürütüldüğü argümanlara doğru bir gelişmeye dikkat edilmesine işaret etmektedirler.

Argümantasyon ile ilgili literatür incelendiğinde argümanların değerlendirilebilmesi için beş temel argümantasyon modeli belirlenmiştir (Sampson and Clark, 2006). Bu modeller;

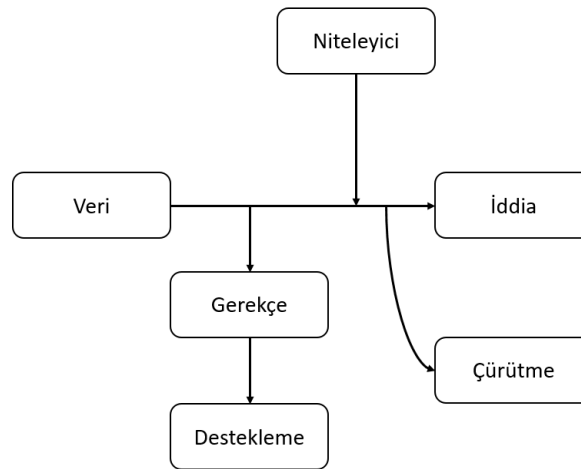
1. Toulmin Modeli

2. Zohar ve Namet Modeli
3. Kelly ve Takao Modeli
4. Sandoval Modeli
5. Lawson Modeli

2.2.3.1. Toulmin Modeli

Toulmin'in argüman modelinde bilimsel tartışmanın birbirleri ile ilişkili; iddia (claim: C), veri (data: D), gerekçelendirme (warrants: W, sınırlayıcı (qualifier: Q) ve destekleme (backings: B) kısımları bulunmaktadır. Bu bölümleri açıklarsak;

- İddia: Bir görüşün, sonucun, savın, ya da bir fikrin açıklanmasıdır.
- Veri: İddianın dayandırıldığı gerçekler, iddiayı destekleyen gerçeklerdir.
- Gerekçe: Verinin iddiayı nasıl desteklediğinin açıklamasıdır.
- Destekleme: Bir gerekçenin otoriterliğini ya da kabul edilebilirliğini destekleyen genel şartlardır. Bunlar gerekçeler kabul edilmediği zaman kullanılır.
- Çürütme: İddianın geçerliliğinin olmadığını belirten ifadelerdir.
- Niteleyici: Konuşmacının iddiasıyla ilgili kararlılığının ve kesinliğinin derecesini ifade eden kelimeler ya da deyimlerdir ("mümkündür", "belki", "imkânsız", "kesinlikle" gibi) (Erduran, Simon ve Osborne, 2004; Yeşiloğlu, 2007).



Şekil 2.1. Toulmin Argüman Modeli

Bu modelde veri iddiayı gerekçelendirme kullanarak destekler, destekler gerekçelendirmeyi güçlendirir. Çürütücüler (rebuttals: R) ise hangi iddiaların geçersiz olacağının limitlerini belirler.

Toulmin argüman seviyelerini beş gruba ayırmıştır. Bu değerlendirmede çürütücülerin kullanılması argümanın seviyesinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Öğrencilerin bilimsel bir tartışmada çürütücü kullanmaları argümantasyon eğitiminin en önemli hedeflerinden biridir.

- Seviye 1: İddia-Karşı iddia, iddia-iddia
- Seviye 2: Veri, gerekçelendirme veya desteklemeden birinin yer aldığı, iddia-iddia tartışmaları
- Seviye 3: Veri, gerekçelendirme, destekleme ve zayıf bir fikir çürütmenin yer aldığı bir seri iddia-karşı iddia tartışmaları
- Seviye 4: Belirgin bir çürütücünün olduğu birçok iddia ve karşı iddianın kullanıldığı tartışmalar
- Seviye 5: Birden fazla çürütücünün olduğu uzun tartışmalar

Toulmin, bilimsel argümanların oluşması sürecinde, bir iddianı geçerli sayılabilmesi için delil, gerekçe ve destek kullanmanın önemini vurgulamıştır. Ona göre bir argümanın gücü bu bileşenlerin varlığı ile doğru orantılıdır, güçlü argümanlar bu bileşenlerden çokça içermektedir (Erduran, Simon ve Osborne, 2004). Toulmin (1958) ayrıca hukuk, fen ve politika gibi alanlarda kullanılan argümanların yapısını incelemiş, veri, iddia gibi bileşenlerin alandan bağımsız ortak özellikler olduğunu, neyin iddia veya çürütücü sayılacağını ise alana bağlı özellik olduğunu belirtmiştir. Toulmin'in modelinin uygulamasında sınırlılıklar olmasına dair eleştiriler yöneltilmiştir. Van Eemeren, Grootendorst, Jackson ve Jacobs (1996) bu modelde birçok bileşen olmasının farklı yorumlara yol açabileceğini belirtmiştir. Toulmin'in argümantasyon bileşenlerinin belirsiz ve muğlak olduğunu ifade etmişlerdir. Driver, Newton ve Osborne (2000) her ne kadar Toulmin'in modelini argümanın değerlendirilmesi için bir yapı oluştursa da argümanın kalitesini ve doğruluğunu değerlendirme noktasında eleştirmektedirler.

2.2.3.2. Zohar ve Namet Modeli

Fen derslerinde kullanılan yazılı argümantasyonun (tartışmaların) kalitesini belirlemek için kullanılan bir diğer yöntem Zohar ve Nemet (2002) modelidir. Zohar ve Nemet Means ve Voss'un (1996) çalışmasını temel alarak Toulmin Modeli'ni (TAP) öğrencilerin yazılı argümanlarını içerik ve yapı açısından değerlendirmek için değiştirmişlerdir (Erduran ve Jiménez-Aleixandre, 2007). Zohar ve Nemet'in (2002) tanımına göre argüman iddiaların, kanıtların ve sonuçların gerekçeleri, nedenleri ve kanıtları ile birlikte ortaya konulmasıdır. Zohar ve Nemet argümanları güçlü argümanlar ve zayıf argümanlar olarak ikiye ayırmışlardır. Araştırmacılar 'güçlü argüman'ı sonuçların bilimsel kavramlar ve durumlar ile ilişkilendirerek en az birkaç gerekçe ile açıklanması olarak tanımlarken, 'zayıf argüman'ı kişilerin konu ile ilgili olmayan açıklamaları olarak tanımlamışlardır. Zohar ve Nemet, Toulmin'in modelinde yer alan veri, gerekçeler ve destekleme bölümlerini geçerlik ve güvenilirlik ile ilgili çalışmalardan kaçınmak için tek bir kategoride ele almışlardır. Ayrıca bilimsel açıklamalar ile ilgili kriterleri aşağıdaki gibi 4'e ayırmışlardır;

- 1) Bilimsel bilgini göz ardı edildiği açıklamalar
- 2) Kesin olmayan bilimsel açıklamalar
- 3) Belirli olmayan bilimsel açıklamalar
- 4) Doğru bilimsel açıklamalar

Erduran ve Jiménez-Aleixandre'ye (2007) göre Zohar ve Nemet modeli iddianın kesinliğini veya doğruluğunu değerlendirmede için bilimsel argümanlardan çok sosyo-bilimsel olaylar ile ilgili olayların değerlendirilmesi için daha uygundur.

2.2.3.3. Kelly ve Takao Modeli

Kelly ve Takao (2002) öğrencilerin okyanus bilim (oşinografi) dersinde dönem ödevi olarak hazırladıkları uzun ve detaylı yazılı argümanları analiz etmek için bir metot geliştirmişlerdir. Bu ödevde öğrencilerin çoklu verileri kullanarak soyut teorik bir sonucu açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin argümanları oluştururken birden fazla ifade ortaya koydukları belirlenmiştir. Kelly ve Takao'nun çalışması, öğrencilerin kullandıkları ifadelerin hangi bilgi ile ortaya konulduğu ve bu ifadelerin ikna edici bir argüman oluşturmak üzere bilgi ile nasıl ilişkilendirildiğini incelemiştir. Kelly ve Takao

bu modeli geliştirirken etkili bir şekilde ifade edilen bilimsel yazım üzerinde durmuşlardır (Örneğin, Bazerman, 1988; Lataur, 1987). Bu modelde Toulmin'in modelinden farklı olarak öğrencilerin yazılı tartışmalarında belirttikleri ifadeleri bilgi seviyelerine göre 6 grupta sıralamışlardır. Bu seviyeler: (1) Veriler, şekiller, konumu gösteren şemalar içeren önermeler, (2) topografik özellikler ile tanımlamaları içeren önermeler, (3) jeolojik yapıların ilişkilerini ve ilişki yönlerini içeren önermeler, (4) dünya üzerindeki örneklerin jeolojik teorilerle veya modellerle resmedildiği önermeler, (5) genel jeolojik teori veya modellerin yer aldığı önermeler ve (6) sunulan veriyle ilişkili olmayan genel jeolojik bilgi içeren önermeler şeklindedir (Gümrah, 2013). Bu modelde kullanılan ifadelerin bilimsel doğruluğu sınanmamaktadır, bu durum dolayısıyla öğrencilerin bilimsel bilgiyi anlayıp anlamadıklarının belirlenmesini zorlaştırmaktadır (Kelly ve Takao, 2002).

2.2.3.4. Sandoval Modeli

Sandoval (2003; Sandoval ve Millwood, 2005) öğrencilerin oluşturdukları argümanların kalitesini değerlendirmek için bir model geliştirmiştir. Öğrencilerin belirlenen konu hakkında ne kadar iyi argümanlar ortaya koyabildiklerini değerlendirmek üzere bir kodlama oluşturmuştur. Bu kodlama argümanların iki boyutunu değerlendirmektedir. Bu boyutlardan birincisi olan kavramsal içerik, kalitesi belirlenen teorik çerçeve dâhilinde kişilerin ortaya koydukları günlük iddiaları ve bu iddiaların geçerli verilerle nasıl desteklediklerini ölçmektedir. İkincisi olan epistemolojik boyut ise bireyin bir iddiayı desteklerken yeterli veri kullanıp kullanmadığını ve verilen bir olguyu mantıklı ve kolay anlaşılır bir şekilde yazılı olarak açıklamalarını ve verileri konuşmalarında nasıl referans gösterdiklerini ölçer. Sandoval ve Milwood'un ortaya koydukları model kaliteli bir argümanın oluşturulmasında bilimsel teorilerin kavramsal olarak anlaşılmasının ve bu teorilerin bir probleme uygulanmasının gerekli olduğunu savunur (Sampson ve Clark, 2006). Sandoval ve Milwood'un (2005) ortaya koydukları analitik modelin en önemli katkısı; konu bağlamında belirlenen kriterlerin argümanın analizinde ne kadar önemli olduğunun anlaşılmasıdır. Aynı zamanda Sandoval'ın geliştirdiği kodlama sistemi bilimsel teorilerin kavramsal olarak anlaşılmasının ve bilimsel bir probleme uygulanması için yüksek kaliteli argümanların geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır (Gümrah, 2013).

2.2.3.5. Lawson Modeli

Lawson'a göre fen eğitimcileri öğrencilerini genel olarak argümanın yapısını öğrenmekten çok, bilim insanları tarafından kullanılan ve değerlendirilen argümanları nasıl oluşturacakları konusunda desteklemelilerdir. Lawson'un bakış açısına göre argüman geliştirmenin amacı bir problem veya gözlem için iddia üretmek ve bu iddiaların hangilerinin doğru hangilerinin yanlış olduğunu açıklamak için alternatif açıklamalar ortaya koymaktır (Erduran ve Jiménez-Aleixandre 2007). Bu süreç açıklamaların test edilmesini, delillerin bulunmasını ve bilimsel tahminlerde bulunulmasını gerektirmektedir. Lawson (2003), bu argümanlara 'hipotetik tahmin edici argüman' (hypothetico-predictive argument) adını vermiştir. Lawson'a göre kuramsal olarak desteklenmiş, sonuca ulaşmak amacı ile oluşturulan argümanların sadece kanıt, gerekçe ve destek kullanılarak geliştirilen argümanlara göre daha ikna edici olduğunu ifade etmektedir.

Yukarıda belirtilen bilimsel tartışma (argümantasyon) modellerinin ve argüman değerlendirme kriterlerinin dışında Sampson ve Clark (2006) argümantasyon becerileri ve bilimin doğası ilişkisinin değerlendirildiği bir anket geliştirmiştir. Ayrıca Sampson ve Clark (2006) bilimsel argümanların kalitelerini değerlendirmek için beş kriter ortaya koymuşlardır. Bu kriterler;

1. Ortaya konan bilimsel iddianın niteliğini ve kalitesini değerlendirilmesi
2. Bir iddianın nasıl açıklandığının incelenmesi
3. Bir iddianın elde bulunan bütün kanıtlar için geçerli olup olmadığının araştırılması
4. Bir argümanın diğer alternatif düşüncelerin etkisini azaltıp azaltmayacağını incelenmesi
5. Hangi bilgi kaynaklarının iddiaları ve kanıtları yönlendirdiğinin incelenmesi olarak belirlenmiştir.

Ayrıca Maloney ve Simon (2006) bir tartışmaya katılmanın farklı yaklaşımlarının gösterildiği bir kodlama sistemi geliştirmiştir. "Tartışma Haritası" adı verilen yöntem çocukların katıldığı sürdürülebilir argümanların doğası ve uzunluğunu belirlemek için tasarlanmıştır.

2.2.3.5. Walton Argümantasyon Şemaları

Argüman analizinde kullanılan diğer bir araç, Walton Argümantasyon Şemalarıdır (1996). Aristo tarafından ortaya konan argümantasyon şemaları sözlü ifadelerde, hitapta argüman oluşturmak için kullanılmıştır. Walton argümantasyonu içsel yapısı açısından ele almış, argümanı oluştururken iddiayı destekleyecek delillerin ve gerekçelerin özelliklerini incelemiştir (Gümrah, 2013). Walton her argümanın kendi yapısı dahilinde analiz edilmesi gerektiğini savunmuştur ve şemalara özel geliştirdiği sorularla analizin nasıl yapılacağını örneklerle belirtmiştir. Toulmin'in argüman modeli veya Walton'ın ortaya koyduğu argümantasyon şemaları argüman kalitesini değerlendirmek için kullanılmamaktadır (Erduran ve Jiménez-Aleixandre, 2007).

2.2.4. Argümantasyon İle İlgili Alan Yazın

Argümantasyon diğer çalışma alanları ile karşılaştırıldığında daha yeni bir alan olarak literatürde yer almaktadır. Günümüz fen eğitiminde argümantasyon (bilimsel tartışma yöntemi) ile öğretim önemli bir rol oynamaktadır. Evrensel kavramlar üzerine yorum yapmak ve kararlar vermek bilimsel okuryazarlığında temelini oluşturmaktadır. Alanda yapılan çalışmalar bilimsel tartışma yöntemi kullanılarak yapılan öğretimin (hipotezi ortaya koyma, gerekçelendirme ve destekleme) öğrencilerin tartışma becerilerini geliştirdiğini ve tartışma kalitesini arttırdığını göstermektedir (Bell ve Linn, 2000). Bu bölümde dünyada ve ülkemizde argümantasyon alanında yapılan çalışmalardan ve araştırma trendlerinden örnekler verilecektir.

Fen eğitimi alanında dikkat çekici çalışmalardan biri Kuhn (1991) tarafından yürütülmüştür. 160 yetişkin ve çocuğun yer aldığı çalışmada önemli toplumsal olaylar ile ilgili sorulara verilen cevaplar incelenmiş, katılımcıların çoğunun geçerli argüman öne süremediği bulunmuştur. Öğrencilerin argüman oluşturma becerileri ile ilgili yapılan başka çalışmalarda (Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons, 2002; Jiménez-Aleixandre, Rodriguez ve Duschl, 2000) öğrencilerin kanıta dayalı, akla yatkın argümanlar ifade edemedikleri, aynı zamanda argümanları etkili bir şekilde değerlendiremedikleri belirlenmiştir. Bu araştırmalar sonucu öğrencilerin yeterli veri olmaksızın sonuca ulaşmaya çalıştıkları, karşı delilleri ve kesinliği olmayan bilgileri değerlendirmedikleri, ikna edici kanıtları görmekte zorlandıkları, verileri ve gerekçeleri göz ardı ettikleri görülmüştür. Bu durum sonucunda araştırmacılar sınıf içinde

öğrencilerin etkili bir şekilde argümantasyon yapabilmeleri, tartışmaya katılmaları için etkinlikler yapılmadan önce doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitimi verilmesi gerektiğini önermişlerdir (Driver, Newton ve Osborne, 2000; Dushl ve Osborne, 2002). Bunlara ek olarak sınıf içinde öğrencilerin argüman oluşturmalarına fırsat verilmemesi ve sınıfların öğretmenlerin hâkimiyetinde olması, öğrencilerin fazla söz sahibi olamamasını argüman oluşturma becerilerinde eksikliğe neden olarak gösterilmektedir (Driver, Newton ve Osborne, 2000).

Argümantasyon eğitiminin verildiği ve bunun sonunda öğrencilerin argümantasyon becerilerinin ve seviyelerinin değerlendirildiği çalışmalar incelendiğinde argümantasyon eğitimi verilen grupların daha başarılı olduklarını gösteren çalışmalara rastlanmaktadır.

Zohar ve Nemet (2002) insan genetiği konusu ile entegre edilerek yapılan argümantasyon eğitiminin 9. Sınıf öğrencilerinin argüman becerilerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın başında öğrencilerin bir kısmı (%16,2) genetik ile ilgili ikilem içeren durumlarda biyoloji bilgilerini kullanarak argüman oluşturabilmişlerdir. Çalışmada beş sınıf deney grubu ve dört sınıf kontrol grubu olarak yer almıştır. Deney grubunda öncelikle argüman eğitimi verilmiş daha sonra insan genetiği ile ilgili 10 farklı ahlaki olarak ikilem içeren durum ile ilgili tartışmaları, argüman oluşturma pratiklerinin artmasını sağlanmıştır. Kontrol grubu konu ile ilgili geleneksel bir eğitim almıştır. Çalışmanın sonunda deney grubunun kontrol grubuna kıyasla argümantasyon becerilerinin arttığı ve daha kaliteli argümanları ifadelerinde kullanabildikleri bulunmuştur.

Benzer sonuçlar bir yıl boyunca beş tane düşük akademik başarıya sahip lise öğrencisi ile çalışan Yerrick (2000) tarafından da elde edilmiştir. Öğrencilere günlük hayatta meydana gelen olaylar üzerinden sorgulayacakları, kanıt bulacakları ve açıklama yapacakları bir öğretim tasarlanmıştır. Uygulamanın başında ve sonunda yapılan görüşmelerin ve video çekimlerinin veri analizi için kullanıldığı çalışmada öğrencilerin argüman kullanma becerilerinin arttığı görülmüştür.

Osborne, Erduran ve Simon (2004a) iki yıl boyunca 12 fen bilgisi öğretmenine ve öğrencilere doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitimi vererek öğrencilerin ve öğretmenlerin argüman seviyelerindeki değişimi değerlendirilmiştir. Çalışma iki

safhada gerçekleşmiştir. İlk safhada, bir yıl boyunca fen bilgisi öğretmenlerinin sınıfta argümantasyon kullanımını destekleyecek materyaller ve stratejiler geliştirmeleri hedeflenmiştir. İkinci safhada argümantasyon eğitimi alan öğretmenler deney gruplarına sosyo-bilimsel ve bilimsel argümantasyon kullandıkları dersler yapmışlar, öğrencilerin tartışma becerilerindeki gelişim video kayıtları ile değerlendirilmiştir. Toulmin'in argüman modeli kullanılarak yapılan değerlendirme sonucu öğrencilerin argüman seviyelerinde bir gelişme görülse de bu gelişmenin istenildiği kadar olmadığı belirtilmiştir. Bu durum daha yüksek seviyede argüman kullanımı için kavramsal anlamının önemine işaret etmektedir.

Kaya (2013) argümantasyon etkinliklerinin öğretmen adaylarının kimyasal denge konusunu anlamalarına etkisini araştırmıştır. 100 fen bilgisi öğretmen adayının deney ve kontrol gruplarını oluşturduğu çalışmada, deney grubuna argümantasyon etkinlikleri ile birlikte kimyasal denge konusu öğretimi yapılırken kontrol grubunda bilgi aktarımı yapılmıştır. Öğrencilerin kavramsal anlamalarını ve argüman düzeylerini ölçmek için kimyasal denge kavrama testi ve yazılı argüman ölçeği uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucu argümantasyon tabanlı etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına olumlu etkisi olduğu ve argüman seviyelerini arttırdığı görülmüştür.

McDonald'a (2010) göre argümantasyon eğitimi verilmesi (tartışmanın çeşitli unsurları ile ilgili bilgi verilmesi, yapısı, işleyişi, tartışma yönteminin uygulanışı ve ortaya konulan kanıtların geçerliğinin değerlendirilmesi) öğrencilerin tartışma becerilerini arttırmakta ve tartışmanın kalitesini geliştirmektedir.

Argüman eğitimi verilmesinin argümantasyon kalitesini yükselttiğini gösteren çalışmaları destekler nitelikte olan başka bir çalışmada (Jiménez-Aleixandre, Rodriguez ve Duschl, 2000) 9. Sınıf öğrencilerinin argümantasyon eğitimi almadan genetik dersindeki argüman kullanımları ve seviyeleri değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda sınıf ortamının öğrencilerin görüşlerini açıklamalarına ve tartışmalarına uygun olmasına rağmen, öğrencilerin kullandıkları argüman sayısı ve kalitesi oldukça düşük bulunmuştur.

Literatürde argüman eğitimi verilmeden argümantasyon kalitesinin geliştiğini gösteren çalışmalarda yer almaktadır. Aşağıda bu duruma örnek olan iki araştırmada argümantasyon etkinliklerinin sosyo-bilimsel konular üzerinden yapıldığı

görülmektedir. Jiménez-Aleixandre ve Pereiro-Munoz (2002) tarafından yürütülen araştırmada doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitimi verilmeden öğrencilerin argüman oluşturma becerilerinin ve kalitelerinin geliştiği bulunmuştur. Çalışma 11. Sınıf öğrencileri (38 öğrenci) ile birlikte gerçekleşmiş, öğrenciler bataklıkların çevre düzenlenmesi ile ilgili gerçek hayatın içinden seçilen bir konu ile ilgili görüşlerini bildirmiş ve konu ile kararlar almışlardır. Öğrencilerin argümanları ve gerekçeleri kaydedilmiş ve konu ile ilgili bir ‘uzmanın’ görüşleri ile karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin tartışmaları Toulmin ve Walton’un argümantasyon şemalarına göre analiz edilmiş, kullandıkları argümanların, gerekçelendirmelerin ve kanıtların uzmanın kullandıkları ile benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

Benzer bir sonuca Patronis, Potari ve Spiliotopoulou (1999) ortaokul öğrencilerinin yerel bir çevre problemi ile ilgili oluşturdukları argümanları inceleyerek ulaşmışlardır. Öğrencilerin o bölgede yol yapımı ile ilgili yaptıkları tartışmalar, verdikleri kararlar, görüşlerini desteklemek için kullandıkları kanıtlar incelendiğinde öğrencilerin kullandıkları argümanların gelişmiş olduğunu belirlenmiştir. Öğrencileri ilgilendiren, gündelik hayatları ile ilgili bir konu seçilmesi argüman kalitelerini arttıran bir etki olarak görünmektedir.

Nussbaum, Sinatra ve Poliquin (2008) üniversite öğrencileri ile ilgili yaptıkları çalışmada online öğrenme ortamında öğrencilerin epistemik inanışları ve aldıkları argüman eğitiminin argüman kalitelerine etkisini incelemişlerdir. Epistemik sözcüğü öğrencilerin bilme ve bilgi ile ilgili inanışlarına değinmektedir. Deneysel desenin kullanıldığı çalışmada deney grubu bilimsel tartışma ile ilgili eğitim almış, kontrol grubu ise almamıştır. Çalışmanın sonunda epistemik inanış ile bilimsel tartışmaya girme isteklerinin birbirleri bağlantılı olduğunu gösterilmiştir. Ayrıca epistemik inanışları gelişmiş olanların neredeyse hiç tutarsız mantık yürütmedikleri ve eleştirel bilimsel tartışmalara katıldıkları bulunmuştur. Ayrıca verilen bilimsel tartışma eğitiminin argümantasyon becerilerini arttırdığı gözlenmiştir.

Literatürde fen eğitiminde argümantasyonun bilimsel ve sosyo-bilimsel içerik kullanılarak yapıldığı araştırmalar yer almaktadır. Bilimsel konularla argümantasyon öğretimi yapılan çalışmalara sıkça rastlanmaktadır (Sampson ve Clark, 2006; Aydeniz, Pabuçcu, Çetin ve Kaya 2012; Aslan, 2010; Kınır, Geban, Günel, 2011; Okumuş,

2012; Ogan-Bekiroğlu ve Eşkin, 2012; Çetin, Kutluca ve Kaya, 2013; Gültepe ve Kılıç, 2015; Pabuçcu ve Erduran, 2017).

Son yıllarda fen eğitiminde öğrencilerin bilimsel okur yazarlığını arttırmak için yapılan çalışmalarda sosyo-bilimsel senaryolar üzerinden argümantasyon öğretimi alanında yapılan çalışmaların sayısının arttığı görülmektedir. Günümüzde teknolojinin hızlı gelişimi bireylerin karmaşık ve çok yönlü sorunlarla karşılaşmasını mümkün kılmaktadır. (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş 2012). Bu yüzden bireyler, içinde hem bilimsel hem de sosyal sorunları çözmek için sosyo-bilimsel argümantasyon süreçlerini kullanırlar. Erduran ve Jiménez-Aleixandre (2007), sosyo-bilimsel argümantasyonun bilimsel alanları etkileyen sosyal sorunları tanımlamanın bir yolu olarak ifade etmiştir. Sosyo-bilimsel konular içlerinde tartışma içerdikleri için farklı fikirler taraflarca savunulur, teknoloji, sosyoloji, politika, ekonomi ve çevre ile ilgili boyutlar açısından tartışılır. Sosyo-bilimsel sorunlarla ilgilenmenin ve bu konularla ilgili tartışmanın;

- Öğrencilerin bilgi düzeyini yükselttiği,
- Öğrencilerin daha eğitilmiş ve bilgili kararlar almalarını sağladığını
- Öğrencilerin karmaşık konularla ilgili tartışmalarını ve karar vermelerini sağlar
- Öğrencilerin bilimin doğasını daha iyi anlamalarını sağlamaktadır (Erduran ve Jiménez-Aleixandre , 2007).

Literatürde sosyo-bilimsel konular üzerinden argümantasyon öğretiminin yapıldığı çalışmalar yer almaktadır (Bell ve Lederman, 2003, Sadler ve Zeitler, 2005, Zohar ve Nemet, 2002, Kutluca, 2012).

Soysal (2012) fen bilgisi öğretmenliğinde okuyan 71 öğretmen adayının genetiği değiştirilmiş organizmalar konusu ile alan bilgileri düzeylerinin sosyo-bilimsel argümantasyon kalitesine etkisini incelemiştir. Çalışmada öğrenciler grup tartışmaları için bilgi düzeylerine göre gruplara ayrılmış, veri analizi için alan bilgisi anketi, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrencilere verilen senaryolar değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçları alan bilgisinin sosyo-bilimsel argüman kalitesinin belirlenmesinde önemli bir etken olmadığını göstermiştir.

Demircioğlu ve Uçar (2014) ilköğretim fen bilgisi öğretmen adaylarının Mersin-Akkuyu nükleer santrali ile ilgili yazılı argümanlarını mantık yürütme biçimleri açısından incelenmiştir. Ön test ve son test sonuçları öğretmen adaylarının argüman seviyelerinin yükseldiğini göstermektedir.

Bütün bunlara ek olarak hem bilimsel hem de sosyo-bilimsel içeriklerin argümantasyon etkinliklerinde bir arada kullanıldığı çalışmalar literatürde yer almaktadır. Osborne, Erduran ve Simon (2004a) her iki içeriği de kullanarak öğretmenlerin ve öğrencilerin argümantasyon seviyelerini geliştirmeyi hedefleyen bir çalışma yürütmüşlerdir. Öğretmenlerin ve öğrencilerin doğrudan yansıtıcı argüman eğitimi aldıkları bu çalışma iki safhada gerçekleşmiştir. İlk safhada 12 öğretmen sınıflarında uygulayacakları argümantasyon tabanlı etkinlikler geliştirmişlerdir. Bu uygulamanın sonunda öğretmenlerin argüman kalitelerinde ve argüman kullanma becerilerinde gelişme gözlemlenmiştir. Çalışmanın ikinci safhasında 33 8. sınıf öğrencisi deney ve kontrol grubu olarak ayrılmış, deney grubuna 9 farklı sosyo-bilimsel ve bilimsel argümantasyon etkinliği uygulanmıştır. Kontrol grubuna argümantasyon etkinlikleri içeren bir öğretim yapılmamıştır. Bir yıl süren çalışmanın sonunda deney grubu öğrencilerinin argümantasyon seviyelerinin bir miktar arttığı görülmekle beraber, sosyo-bilimsel senaryolardaki argümantasyon seviyelerinin bilimsel içeriğe sahip argümantasyon aktivelerindeki seviyeden daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun sonucunda araştırmacılar öğrencilerin sosyo-bilimsel bağlamda ele alınan argümantasyon aktivitelerinde daha fazla başarı göstermelerini günlük hayatla ilişkili olduğu için o konularda daha bilgili olmaları ile açıklamaktadır.

Öğretmenlerin argümantasyon becerilerinin öğrencilere yansımalarını inceleyen bir çalışmada (Kim ve Hand, 2015) öncelikle altı ilkokul öğretmenin sınıfta argümantasyon kullanma becerileri, yönlendirmeleri ve öğrencilerinin sınıf içindeki argümantasyon becerileri değerlendirilmiştir. Argümantasyon kullanma seviyeleri yüksek, öğrencilerini doğru yönlendiren ve onların görüşlerini dinlemek için vakit tanıyan öğretmenlerin öğrencilerinin de görüşlerini kanıt kullanarak daha iyi savundukları gözlemlenmiştir.

Literatürde argümantasyona dayalı öğretimin öğrencilerin kavramsal anlamalarına bilimsel süreç becerilerine etkisini inceleyen makaleler de yer almaktadır. Ulu ve Bayram (2015) ön ve son test kontrol gruplu yarı deneysel çalışmalarında fen ve

teknoloji dersinde laboratuvar uygulamalarında kullandıkları Argümantasyon Tabanlı Bilim Öğrenme yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin deney ve kontrol grubunu oluşturduğu çalışmada deney grubu öğrencilerinin kavram anlama düzeylerinin daha çok artmıştır.

Türkoğuz ve Cin (2013) 7. Sınıf öğrencileri ile yaptıkları yarı deneysel çalışmada argümantasyona dayalı öğretimin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini incelemişlerdir. İki grup öğrencinin yer aldığı çalışmada deney grubuna (28 öğrenci) hayatımızda elektrik konusu ile ilgili argümantasyona dayalı karikatür etkinlikleri düzenlenmiş, Kontrol grubuna (26 öğrenci) bilim ve teknoloji dersi sınırları içinde öğretim yapılmıştır. Deney grubu öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerinde gelişme kaydedilmiştir.

Demirel (2015b) ortaokul 8. Sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmada argümantasyon etkinliği kullanarak öğrencilerin katıların basıncı konusu ile ilgili kavram yanlışlarını gidermeye çalışmıştır.

Gümrah (2013) lise 9. Sınıf öğrencileri ile kimyasal değişimler ünitesi boyunca uyguladığı bilimsel tartışma yönteminin (argümantasyon) öğrencilerin akademik başarılarının, kavramsal anlamalarının, bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin, bilimsel süreç, iletişim ve argümantasyon becerilerinin gelişmesine etkilerini araştırmıştır. Deney ve kontrol grubu olmak üzere iki sınıfın yer aldığı çalışma sonuçlarına göre deney grubu öğrencilerinin argüman seviyelerinin yükseldiği ve kavramsal anlamalarının istatistiksel olarak daha iyi durumda olduğu bulunmuştur. İki grup arasında akademik başarı ve bilimsel süreç ve iletişim biçimleri bakımından anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür.

2.2.5. Bilimin Doğası ve Argümantasyon ile İlgili Alan Yazın

Son yıllarda yapılan araştırmalar bilimin doğası öğretimi ile argümantasyon becerilerinin birbirleri ile bağlantılı kavramlar olduklarını ortaya koymaktadır. (Kuhn ve Reiser, 2006; Sandoval ve Millwood, 2005; McDonald, 2010; Liu, Linn ve Tsai, 2010; Acar, Türkmen ve Roychoudhury, 2010; Khishfe, 2012a; Khishfe, 2014; Khishfe, Alshaya, Boujaoude, Mansour ve Alrudiyan, 2017).

Kuhn ve Reiser (2006) öğrencilerin epistemolojik düşüncelerinin bilimsel tartışmaya katılma biçimlerini etkilediğini ifade etmişlerdir. Yaptıkları araştırmanın sonunda

bilimsel bilginin mutlak olduğunu düşünen, bilimin doğası görüşleri zayıf olarak belirlenen öğrencilerin argümantasyon etkinliklerine katılmakta zorlandıkları görülmüştür. Kenyon ve Reiser (2006) 7. sınıf öğrencileri ile ekoloji ünitesi kapsamında yaptıkları proje tabanlı çalışma sonunda öğrencilerin bilimin doğası kavrama düzeylerinin, yaptıkları açıklamaları değerlendirmelerine, tartışma ve karar verme sürecinde düşüncelerini desteklemeye yardımcı olduğu sonucuna varmışlardır. Benzer bir şekilde Sandoval ve Millwood'un çalışmaları (2005) öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin bilimsel tartışma düzeylerine etkisi olduğu görüşünü destekler niteliktedir.

Literatürde öğrencilerin bilimsel tartışmalara katılmalarının bilimin doğası görüşlerinin gelişmesine etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Bell and Linn, 2000; Yerrick, 2000; Sandoval ve Millwood, 2005; Özer, 2009; Gümrah 2013; Şekerci, 2013;).

Bell ve Linn (2000) 172 ortaokul öğrencisinin 'Bilgi Entegrasyonu Projesi' (Knowledge Integration Debate) kapsamında oluşturdukları argüman yapılarını incelemişlerdir. Proje öğrencilerin bilim ile ilgili görüşlerini geliştirmek ve argümantasyon becerileri ile bilimin doğası görüşleri arasındaki ilişkiyi araştırmak üzere uygulanmıştır. Çalışma öğrencilerin argümanlarının bilimin doğası görüşlerini yansıtacağını varsaymaktadır. Işığın yansıması ile ilgili doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitiminin verildiği çalışma sonuçları bilimin doğası görüşleri yeterli bulunan öğrencilerin içinde özgün gerekçelendirmeler bulunan ve bunların sayısının giderek arttığı argümanlar kullandıklarını göstermektedir. Son test sonuçları öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde gelişme olduğuna işaret etmektedir. Sandoval ve Millwood (2005) sorgulama tabanlı öğrenme modülü aracılığı ile 87 lise öğrencisinin doğal seleksiyon ile ilgili yazılı açıklamalarının kalitesini incelemiş ve teoriye dayanan bilimsel açıklamalar yapmaları konusunda desteklemişlerdir. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitiminin verilmediği çalışmada öğrencilerin yaptıkları bilimsel açıklamalar incelendiğinde bilimin doğası görüşleri yetersiz olan öğrencilerin bilimsel tartışmaya girmek konusunda isteksiz oldukları, açıklama yapmakta zorlandıkları, iddialarını gerekçelerle desteklemedikleri bulunmuştur.

Özer (2009) mol kavramı konusu ile entegre edilmiş argümantasyon etkinliklerinin 9. sınıf öğrencilerinin kavramsal değişimlerine, başarılarına, bilimin doğası anlayışlarına, bilimsel muhakeme yapma yeteneklerine ve kimya dersine karşı tutumlarına olan

etkilerini incelemiştir. Geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubunun bulunduğu çalışmada deney grubunun kavramsal değişim ve başarı yönünden kontrol grubundan daha başarılı olduğu görülürken, bilimin doğası anlayışları, bilimsel muhakeme yapma yeteneklerine ve kimya dersine karşı tutumlarına açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Benzer bir sonuç Şekerci'nin (2013) 91 fen bilgisi öğretmen adayı ile kimya laboratuvarında gerçekleşen argümantasyon odaklı öğretimi sonucunda elde edilmiştir. Karma desenin uygulandığı araştırma sonuçları deney grubu öğrencilerinin argüman seviyelerinin geliştiğini ortaya koyarken, bilimin doğası görüşlerinin değişmediği bulunmuştur. Yukarıda yer alan çalışmalar argümantasyon eğitimi alan öğrencilerin biraz daha gelişmiş bilimin doğası görüşüne sahip olduklarını ya da bilimin doğası görüşlerinin gelişmesine etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu durum bilimin doğası alan yazının vurguladığı bilimin doğası görüşlerinin gelişmesi için doğrudan yansıtıcı bilim doğası eğitiminin verilmesi gerektiği sonucunu desteklemektedir.

Fen bilimleri eğitimi alanında yapılan bazı araştırmalar sosyo-bilimsel bağlamda yapılan çalışmaların öğrencilerin bilimin doğası görüşlerine ve argümantasyon becerilerine olan etkisini ele almıştır (Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons, 2002; Sadler, Chambers ve Zeidler, 2004; Walker and Zeidler, 2007; Khishfe, 2012b; Khishfe, 2014; Khishfe, Alshaya, Boujaoude, Mansour ve Alrudiyan, 2017).

Aynı zamanda sosyo-bilimsel bağlamda yapılan çalışmaların öğrencilerin sosyal, etik ve ahlaki değerlerinin oluşmasına etkisinin olduğunu belirtilmektedir. (Osborne, Erduran ve Simon, 2004a). Bilimin doğası ve argümantasyon arasındaki ilişkiyi sosyo-bilimsel içerik üzerinden inceleyen ilk araştırma Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons (2002) tarafından yürütülmüştür. Araştırmanın amacı öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ve sosyo-bilimsel bir konu ile ilgili görüşleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Lise öğrencisinden, fen bilgisi öğretmen adayına 41 çiftin yer aldığı çalışmada öğrenciler hayvan hakları ile ilgili etik değerler üzerine tartışmışlardır. Veriler Lederman, Schwartz, Abd-El Khalick ve Bell (1999) geliştirdiği bilimin doğası görüşleri anketi, sosyo-bilimsel senaryoya verilen cevaplar ve mülakatlar aracılığı ile toplanmıştır. Verilerin analizi sonucu öğrencilerin ahlaki ve etik değerler ile ilgili argümanlarında bilimin doğası görüşlerini kullandıkları görülmüştür. Ayrıca bilimin deneysel doğası ve

sosyal ve kültürel doğasını argümanlarında yansıttıkları gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışma sonunda öğrencilerin argümantasyon becerilerinin gelişmediği bulunmuştur. Sonuç olarak araştırmacılar bilimin doğası görüşlerinin ve argümantasyon becerilerinin gelişmesi için doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitimi ve bilimin doğası öğretiminin yapılmasını önermiştir.

Benzer bir çalışmayı sosyo-bilimsel senaryo üzerinden ifade edilen bilimin doğası görüşlerini inceleyen Sadler, Chambers ve Zeidler (2004) yapmıştır. 84 lise öğrencisinin katıldığı araştırmada öğrenciler doğrudan yansıtıcı bilimin doğası veya argümantasyon eğitimi almadan küresel ısınmanın farklı boyutları ile ilgili tartışmışlardır. Araştırmanın sonunda öğrencilerin bilimin değişebilir ve sosyal ve kültürel doğası ile ilgili görüşlerinin oluştuğu görülmüştür. Buna rağmen öğrencilerin yarısından fazlasının bilimin doğası görüşlerinin zayıf olduğu ve bilimin sosyal doğası ilgili görüşlerinin argümanlarını ve düşünce biçimlerini etkilediği görülmüştür.

Walker ve Zeidler (2007) sorgulama tabanlı bir öğretim eşliğinde öğrencilerin sosyo-bilimsel bir konu olan genetiği değiştirilmiş ürünler ve bilimin doğası bileşenleri ile ilgili tartışmalarını incelemek üzere bir öğretim tasarlamışlardır. İki lise sınıfının yer aldığı çalışmanın sonunda öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin geliştiği belirtilse de öğrencilerin kanıta dayalı, geçerli argümanlar üretemedikleri, tartışmaların varsayıma ve temelsiz akıl yürütmeye dayandığı ifade edilmiştir.

Khishfe (2012b) iki tartışma içeren sosyo-bilimsel makale kullanarak öğrencilerin bilimin doğası ve argümantasyon becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmaya katılan 219 11. sınıf öğrencisinin senaryolar eşliğinde cevapladıkları sorularla bilimin özneliliği, değişebilir olması ve deneysel doğası ile ilgili görüşleri değerlendirilmiştir. Aynı şekilde senaryolarda yer alan argüman becerileri ile ilgili sorular öğrencilerin iddia, karşı iddia ve çürütücü kullanmalarını gerektiren sorulardan oluşmaktadır. Analiz sonucu karşı argüman kullanma ve söz konusu üç bilimin doğası bileşeni arasında bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca bu tür çalışmalarda kullanılan sosyo-bilimsel senaryoların aşinalık, konu ile ilgili ön bilgiye sahip olunması, kişisel ilgi gibi özelliklere sahip olması önemle vurgulanmıştır.

Benzer bir çalışmayı Khishfe, Alshaya, Boujaoude, Mansour ve Alrudiyan (2017) Suudi Arabistan'da 74 11. sınıf öğrencisi ile dört farklı sosyo-bilimsel senaryo kullanarak

gerçekleştirmişlerdir. Öğrenciler doğrudan yansıtıcı eğitim almadıkları çalışmada asit yağmurları, genetiği değiştirilmiş yiyecekler, insan klonlama ve asit yağmurları ile ilgili açık uçlu soruları cevaplamışlardır. Bilimin öznelliği, değişebilir olması ve deneysel doğası boyutlarını ve iddia, karşı iddia ve çürütücü kullanmalarını ölçmeyi hedefleyen sorular değerlendirildiğinde argümantasyon kullanmaları ve bilimin doğası görüşleri arasında bağlantı kurulamamıştır. Aynı zamanda öğrencilerin farklı senaryolara verdikleri cevaplar içerik, kültürel ve duygusal faktörler yüzünden farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Araştırmacılar bilimin doğası ve argümantasyon arasındaki ilişkinin benzer çalışmaların farklı coğrafyalarda ele alınması ile tekrar tanımlanmasını ve fen bilgisi öğretmenlerinin, eğitimcilerin, müfredat programcılarının öğrencilere bilim ve din ilişkisini daha iyi tanıtmalarını ve anlatmalarını önermişlerdir. Sosyo-bilimsel senaryolar kullanılarak yapılan araştırmalar ayrıca verilen bilimin doğası ve bilimsel tartışma yöntemi eğitimlerinin öğrencilerin bilimsel tartışma becerilerini arttırdığı, bilimin doğası görüşlerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmalar öğrencilerin özellikle bilimin doğası ile görüşlerini sosyo-bilimsel olayları açıklamakta kullanırken rehberliğe ihtiyaç duyduklarını vurgulamaktadır.

Yukarıda yer alan çalışmalar bilimin doğası etkinliklerinin argümantasyon becerilerine, argümantasyonun bilimin doğası kavramlarının gelişmesine ya da sosyo-bilimsel senaryoların argümantasyon ve bilimin doğası anlayışının gelişmesine etkisini incelemektedir. Araştırmacılar argümantasyon becerilerinin ve bilimin doğası anlayışının gelişmesi için doğrudan yansıtıcı argümantasyon ve bilimin doğası eğitimini önermektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda (McDonald, 2010, Khishfe, 2014, Khishfe, 2012a) bu iki öğretimin birlikte yapıldığı görülmektedir.

McDonald (2010) doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ve argümantasyon eğitimini bir arada kullanarak öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin nasıl değiştiğini incelemiştir. Çalışma beş fen bilgisi öğretmen adayı ile bilimsel içerikli bir ders dahilinde gerçekleşmiştir. Çalışmada argümantasyon eğitiminde bilimsel ve sosyo-bilimsel makaleler kullanılmıştır. Veri analizi için anketlerin, soru formlarının, mülakatların, ses ve görüntü kayıtlarının değerlendirildiği çalışmada beş öğrencinin bilimin doğası görüşlerinin geliştiği bulunmuştur.

Bilimin doğası öğretimi ve argümantasyon eğitiminin bir arada kullanıldığı bir başka çalışmaya örnek olarak Khishfe'nin (2014) verilebilir. Khishfe (2014) yaptığı başka bir çalışmada sosyo-bilimsel senaryolar üzerinden uygulanan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası ve argümantasyon eğitimlerinin argümantasyon becerilerine ve bilimin doğası anlayışlarına etkisini ve bilimin doğası görüşlerini farklı sosyo-bilimsel senaryolara transferlerini incelemiştir. 8 hafta süren çalışma iki öğretmen eşliğinde iki ayrı okuldan katılan 121 7. sınıf öğrencisi ile suyun kullanımı ve temizliği ünitesi boyunca uygulanmıştır. Çalışmada yer alan iki gruba bilimin doğası ile ilgili doğrudan yansıtıcı öğretim yapılırken sadece bir grup doğrudan yansıtıcı argüman eğitimi almıştır. Öğrencilerin argümantasyon becerileri ve bilimin doğası görüşleri ve bunları transfer edebilmeleri ön test ve son test olarak uygulanan sosyo-bilimsel senaryolara verdikleri açık uçlu sorulara verdikleri cevaplarla ve mülakatlarla değerlendirilmiştir. Sonuçlar her iki eğitimi alan grubun (Grup I) argümantasyon becerilerinde ve bilimin doğası anlayışlarında gelişme olduğunu ve bilimin doğası görüşlerini farklı bir sosyo-bilimsel senaryoya transfer edebildiklerini göstermektedir. Diğer grubun da (Grup II) bilimin doğası görüşleri geliştiği ve görüşlerini transfer edebildikleri belirlenirken, argümantasyon becerilerinde az bir gelişme gözlenmiştir. Ayrıca Grup I'ın bilimin doğası görüşlerini açıklarken argümantasyon kullandıkları belirlenmiştir.

Literatürde bilimin doğası ve argümantasyonun bilim tarihi kullanılarak ele alındığı çalışmalar yer almaktadır. Ogunniyi (2006) çalışmasında argümantasyon tabanlı doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin fen bilgisi öğretmenlerinin bilimin doğası görüşlerine etkisini incelemiştir. Çalışma öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ifade ederken kullandıkları argümanları incelemiştir. Bir dönem süren bilim tarihi, bilim felsefesi, bilim sosyolojisi ve psikolojisinin ele alındığı derse katılan üç öğretmen adayının bilimin doğası görüşleri anketi ve mülakatları değerlendirildiğinde öğrencilerin ön test sonucu zayıf olduğu belirlenen bilimin doğası görüşlerinin geliştiği bulunmuştur. Araştırmacı katılımcıların bilimin doğası görüşlerinin gelişmesinde doğrudan yansıtıcı argüman eğitiminin ve bilim tarihi, felsefesi ve psikolojinin ele alınmasının etkisinin önemle altını çizmiştir.

Yukarıda yer verilen araştırmalar doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretiminin ve doğrudan yansıtıcı argümantasyon eğitiminin bilimin doğası anlayışlarının ve argümantasyon becerilerinin gelişmesine etkisini vurgulamıştır. Bununla birlikte

literatürde öğrencilerin gelişmiş bilimin doğası görüşlerinin daha yüksek seviyede argüman oluşturmalarına destek olduğuna dair bulgular yer almaktadır. Öğrencilerin bilimsel altyapıları iyi olması kadar sosyo-bilimsel senaryoların da bilimin doğası görüşlerini aktarmakta ve yüksek seviyede argümantasyon oluşturmalarında etkili olduğu görülmektedir.



BÖLÜM III. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, çalışma grubu, öğretim yöntemleri, veri toplanma araçları, verilerin değerlendirilmesi, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları, araştırmacının rolü ve tez hazırlanırken dikkat edilen etik değerler ile ilgili bölümler sunulmuştur.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada bilimin doğası öğretim tasarımının tek başına kullanıldığı ve bilimsel tartışma yöntemi ile bilimin doğası öğretiminin birlikte tasarlanarak kullanıldığı öğretim tasarımının 10. Sınıf öğrencilerinin bilimsel tartışma becerilerine, bilimin doğası anlayışlarına ve kimya dersi tutumlarına olan etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Karma yöntemlerden iç içe geçmiş desenin (concurrent nested strategy) tercih edildiği bu çalışmada (Creswell, 2003) nitel araştırma desenlerinden durum çalışması (case study) ve nicel araştırma desenlerinden “ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen” kullanılmıştır (Karasar, 2003). Öğrencilerden bir havuz oluşturularak araştırma için yeni gruplar oluşturulması mümkün olmayacağından hazır sınıflar ile çalışılmıştır. Araştırmada deney ve kontrol grubu sınıflarının 29’ar öğrenciden oluşması araştırma verilerinin analizinde güçlü istatistiklerin kullanılması açısından uygun görünmektedir (Karasar, 2003). Ayrıca araştırmaya katılan deney ve kontrol grupları eşdeğer kabul edilebilir gruplar arasından seçilmiştir. Bu çalışmada nitel ve nicel veriler eş zamanlı olarak toplanmıştır, toplanan farklı türdeki verilerin araştırmacının bakış açısını güçlendireceği ve çalışmanın değerlendirilmesine derinlik katacağı düşünülmektedir. Bu amaçla araştırmada gruplardan birine bilimin doğası bileşenleri 10. Sınıf kimya konuları arasına entegre edilerek öğretim tasarımı gerçekleştirilmiştir. Diğer deney grubuna ise araştırmacı tarafından tasarlanan bilimsel tartışma yöntemi ve bilimin doğası öğretimi bir arada kullanılarak öğretim yapılmıştır. Üçüncü grup ise kontrol grubudur. Bu grup ile aynı konular müfredatın öngördüğü yapılandırmacı öğretim modeli doğrultusunda işlenmiştir. Tüm gruplarda öğretimler araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiştir. Böylelikle öğretmen değişkeni kontrol altına alınmıştır.

Tasarlanan öğretim materyalleri aynı okulda okumakta olan farklı öğrenci grupları ile denenmiştir. Hem 9. Hem de 10. sınıflarda yapılan pilot çalışma sırasında öğrencilerden gelen geri bildirimler doğrultusunda materyaller üzerinde gerekli düzenlemeler yapılmış ve materyallere son şekli verilmiştir. Uygulama aynı okulda bir sonraki öğretim döneminde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada kullanılan karma, nitel ve nicel araştırma yöntemleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.1.1. Karma Araştırma Yöntemi

Karma Yöntem nicel ve nitel araştırmaların gelişiminden sonra farklı bir bakış açısı kazandırmak üzere bir üçüncü araştırma paradigması olarak ortaya çıkmıştır (Creswell ve Plano Clark, 2015). Karma yöntem araştırması araştırmacının yaptığı araştırmada nicel ve nitel yöntemleri kullanarak çıkarımlarda bulunduğu bir araştırma türü olarak tanımlanmıştır. Creswell ve Plano Clark (2015) karma araştırma yöntemlerinin temel özelliklerini aşağıda verilen başlıklarla açıklamıştır;

- Araştırma soruları temel alınarak hem nitel hem de nicel verilerin inandırıcı ve titiz bir şekilde toplanması ve analiz edilmesi
- Aynı anda iki veri türünün, bu veri türlerinden birini diğerinin içine gömerek veya birini diğerinin üzerine inşa etmek suretiyle verilerin bütünleşmesini sağlamak
- Araştırmanın çıkış noktasına göre veri türlerinden birine öncelik vermek
- Bu yöntemlerin tek bir çalışma içerisinde kullanılması

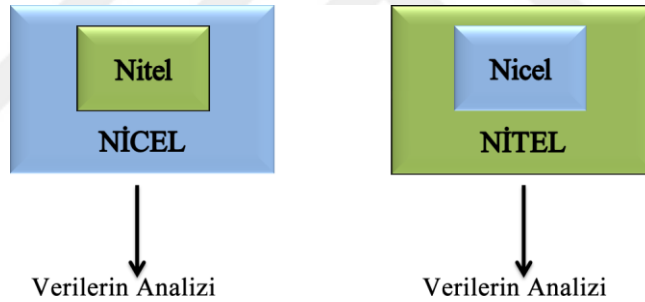
Karma araştırma yönteminin kullanılmasının uygun olduğu araştırmalar tek bir veri kaynağının yetersiz olduğu, sonuçların açıklanması ve araştırma bulguların genelleştirilmesinin gerektiği ve kuramsal bir dayanağa ihtiyaç duyulan araştırma yöntemleridir (Creswell ve Plano Clark, 2015). Başlıca altı temel karma araştırma deseni vardır. Bunlar yakınsayan paralele desen, açımlayıcı sıralı desen, keşfedici sıralı desen, içi içe karma desen, dönüştürücü desen ve çok aşamalı desendir (Creswell ve Plano Clark, 2015).

1. **Yakınsayan Paralel Desen:** Araştırmacının, nitel ve nicel aşamaları araştırma sürecinde aynı aşamada eş zamanlı uygulamaları ile gerçekleşir. Bu desende iki yöntemin de eşit önceliği vardır, verilerin çözümlenmesi ayrı ayrı yapılır ve yorumlama sırasında veriler birleştirilir.
2. **Açımlayıcı Sıralı Desen:** Bu desen önce nicel verilerin toplanması ve çözümlenmesi ile başlar. Bu aşamanın ardından nitel veriler toplanır ve çözümlenir. Nitel verilerin sonuçları, nicel sonuçların açıklanmasına yardımcı olur.
3. **Keşfedici Sıralı Desen:** Bu desende önce nitel veriler toplanması ve çözümlenmesi ile başlar. Nitel verilerin sonuçlarına göre nicel aşama uygulanmaya başlanır. Nicel bölümü sonuçları ile birlikte birinci kısmın (nitel kısım) sonuçları test edilir veya genelleştirilir.
4. **İç İç Desen (İç içe karma desen):** Bu desende araştırmacı deneysel çalışma gibi nicel bir aşama içerisinde nitel bir aşama veya durum çalışması gibi nitel bir çalışmaya nicel bir aşama ekleyebilir. Bu desende destekleyici aşama genel deseni geliştirmek amacı ile eklenmektedir.
5. **Dönüştürücü Desen:** Araştırmacının kuramsal bir çerçeveye göre araştırmayı şekillendirdiği desendir.
6. **Çok Aşamalı Desen:** Bu yaklaşım özel programların geliştirilmesi, uygulanması ve değerlendirilmesi için nicel ve nitel yaklaşımların kullanıldığı çalışmaları içerir (Creswell ve Plano Clark, 2015).

Karma araştırma yönteminde nitel ve nicel aşamaların uygulamadaki göreceli önemi göre üç farklı durumda gerçekleşebilir. İlk durumda her iki yöntemin eşit önceliği vardır. Bu durumda her iki yöntem araştırma sorularının cevaplanmasında aynı önemi taşır. Bazı araştırmalarda nicel yöntemler daha baskındır, nitel yöntemlerin araştırmadaki rolü daha azdır. Diğer bir durumda da nitel yöntemlerin önceliği vardır (Creswell ve Plano Clark, 2015).

Karma yöntemde veri toplanması iki veri tabanından aynı zamanda veya sıralı olarak toplanabilir (Creswell, 2003). Veriler sıralı toplandığında, nitel veya nicel verilerden birinin öncelikli olması, araştırmacının ve araştırmanın amacına bağlıdır (Creswell,

2003). Yakınsayan strateji verilerin aynı zamanda toplanmasını gerektirirken, açımlayıcı sıralı desen ve keşfedici sıralı desende veriler sıralı olarak toplanmaktadır. Her iki durum, araştırmacıların sonuçlarını zenginleştirerek sunmalarına olanak sağlamaktadır (Hanson, Creswell, Clark, Petska ve Creswell, 2005). Bu çalışmada kullanılan eş zamanlı iç içe geçmiş desen stratejisinde veriler aynı anda toplanmaktadır. Çalışmanın verileri ayrı ayrı analiz edilmektedir ve bulguların birbirlerini doğrulayıp doğrulamadığını belirlemek için bulgular karşılaştırılır (Creswell, 2003). Bu yaklaşımın temel çıkış noktası nitel ve nicel verilerin farklı türde bilgi sağlamasıdır. İç içe geçmiş desende çalışmaya yön veren baskın bir yöntem (nitel veya nicel) bulunmaktadır. Daha az baskın olan yöntem, baskın yöntemin içine gömülüdür veya iç içe geçmiştir. Araştırmacı, deneysel çalışma gibi nicel bir aşama içerisine, nitel bir aşama veya durum çalışması gibi nitel bir aşama içerisine nicel bir aşama ekleyebilir. Bu desende, destekleyici aşama, genel deseni bir şekilde geliştirmek amacıyla eklenir (Creswell ve Plano Clark, 2015). Desenin prototip modeli Şekil 3.1’de verilmektedir:



Şekil 3.2. Eş Zamanlı İç İçe Geçmiş Strateji

3.1.2. Nitel Araştırma Yöntemi

Nitel araştırmanın temel amacı insan davranışını içinde bulunduğu ortam içinde farklı bakış açılarından araştırmaya ve anlamaya çalışmaktır. Nitel araştırma yöntemi sosyal bilimlerde farklı disiplinler tarafından farklı şekillerde kullanıldığı için birçok yöntemi içinde barındırmaktadır. Nitel araştırma yöntemi içerik analizi, betimsel araştırma, kültür analizi gibi kavramları kapsayan bir araştırma türü olmakla beraber, bu kavramların araştırma deseni ve analiz teknikleri açısından birbirlerine benzeyen yöntemler içerdikleri düşünülmektedir. (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nitel araştırma yapmak en temelde gözlem, görüşme ve doküman analizi gibi nitel verilerin

toplanmasına ve araştırılan olayların veya kişilerin kendi doğal ortamlarında incelenmesine dayanan bir araştırma türüdür.

Nitel araştırma yönteminin oluşturan temel bileşenler doğal ortama duyarlılık, araştırmacının katılımcı rolü, bütüncül yaklaşım, algıların ortaya konması, araştırma deseninde esneklik, tümevarımcı yaklaşım ve nitel veridir. Bu araştırmalarda veriler görüşmeler, gözlem ve yazılı dokümanlar ile elde edilir. Bu verilerin analizinde temel amaç araştırmaya yönelik derinlikli betimleme yapmakla beraber, veriler sayısal olarak da karşılaştırılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nitel araştırma basit betimsel istatistiksel sonuçlar yanında katılımcıların görüşlerine yer vermenin daha önemli olduğunu savunmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nitel desenler araştırmacıların bireysel olarak çalışabildikleri anlatı, etnografi çalışması şeklinde yapılabildiği gibi süreçlerin, etkinliklerin incelediği durum çalışması şeklinde de olabilir. Ayrıca araştırmacılar grup veya bireylerin kültürel davranışlarını etnografi araştırması ile inceleyebilirler (Creswell, 2003).

Bu araştırmada nitel desenlerden durum çalışması kullanılmış ve veri toplama aracı olarak öğrencilerin kendilerini yazılı olarak ifade ettikleri dokümanlar, yarı yapılandırılmış mülakatlar ve video kayıtları kullanılmıştır.

Tablo 3.1. Nitel Desen Veri Toplama Araçları

Ön test	Uygulama	Son test
Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C)	Bilimin Doğası Öğretimi Entegre Edilmiş Öğretim (Deney 1 Grubu)	Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C), Sosyo-Bilimsel Senaryolar, Mülakat, Video Kaydı
Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C)	Bilimsel Tartışma Yöntemi ve Bilimin Doğası Öğretimi Entegre Edilmiş Öğretim (Deney 2 Grubu)	Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C), Sosyo-Bilimsel Senaryolar, Mülakat, Video Kaydı
Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C)	Yapılandırmacı Yaklaşım ile Öğretim (Kontrol Grubu)	Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C), Sosyo-Bilimsel Senaryolar

3.1.3. Nicel Araştırma Yöntemi

Gerçekçilik ve pozitivizm akımlarından yola çıkan nicel araştırma yöntemi (Yıldırım, 1999) hipotez kurmaya ve test etmeye dayanmaktadır. Bu araştırmalarda seçilen yöntem önemlidir, değişkenler seçilen model doğrultusunda tanımlanır, sayısal gözlemler ve

analizler yardımıyla toplanan bilgiler yorumlanır ve genellemelere varılır. Nicel araştırma desenlerine örnek olarak tarama çalışmaları, deneysel desenler, korelasyonel desenler ve nedensel karşılaştırmalı desenler örnek olarak verilebilir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009). Deneysel desenler özel bir uygulamanın sonuç üzerinde etkisini belirlemeye çalışır. Araştırmacı bu işlemi yaparken gruplardan birine özel bir müdahalede bulunurken diğer gruba bulunmaz. Sonuç olarak her iki grubun aldıkları puanlar belirlenerek değerlendirme yapılır (Creswell, 2003).

Bu çalışmada kullanılan deneysel çalışma ön test-son test kontrol gruplu seçkisiz desendir (The randomized pretest-posttest control group design) (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009). Bu desende denek havuzundan seçkisiz atama ile deney ve kontrol grupları oluşturulur. Daha sonra deneklere bağımlı değişken ile ilgili ölçüm yapılır. Uygulama süresince etkisi ölçülecek işlem deney grubuna uygulanırken, kontrol grubuna uygulanmaz. Uygulama bittikten sonra bağımlı değişkene ait ölçümler aynı araç kullanılarak tekrar ölçülür (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009). Bu çalışmada seçkisiz olarak atanan gruplara denkliklerini belirlemek amacı ile mantıksal düşünme testi uygulanmış ve kimya dersi notlarına bakılmıştır. Bu desende bağımsız değişken tasarlanan öğretim yöntemleri iken bağımlı değişken bu öğretimler öncesi ve sonrası ölçülen Kimya Dersi Tutum Ölçeğidir (KDTÖ). Aşağıdaki tabloda ön test-son test kontrol gruplu seçkisin desenin genel yapısına değinilmiştir.

Tablo 3.2. Ön test-Son test Kontrol Gruplu Seçkisiz Desen (Creswell, 2003, s. 170)

Grup A (Deney 1)	Ö (Ölçme)	X ₁ (Uygulama)	Ö (Ölçme)
Grup B (Deney 2)	Ö (Ölçme)	X ₂ (Uygulama)	Ö (Ölçme)
Kontrol	Ö (Ölçme)	X ₃ (Yapılandırmacı)	Ö (Ölçme)

Bu araştırmada kullanılan ön test-son test kontrol gruplu deneysel desenin özellikleri aşağıdaki tabloda açıklanmıştır.

Tablo 3.3. Nicel Desen Veri Toplama Araçları

Grup	Ön test	İşlem	Son test
Deney 1 Grubu	Mantıksal Düşünme Yeteneğı Testi, Kimya Dersi 1 Dönem Notu, Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)	Bilimin Doğası Öğretimi Entegre Edilmiş Öğretim	Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)
Deney 2 Grubu	Mantıksal Düşünme Yeteneğı Testi, Kimya Dersi 1 Dönem Notu, Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)	Bilimsel Tartışma Yöntemi ve Bilimin Doğası Öğretimi Entegre Edilmiş Öğretim Entegre Edilmiş Öğretim	Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)
Kontrol Grubu	Mantıksal Düşünme Yeteneğı Testi, Kimya Dersi 1 Dönem Notu, Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)	Yapılandırmacı Yaklaşım ile Öğretim	Kimya Dersi Tutum Ölçeğı (KDTÖ)

Bu çalışmada karma yöntem araştırması tanımında belirtildiğı üzere yapılan uygulamaların deney gruplarına olan etkisini daha derinlikli bir biçimde anlamak ve doğrulamak için nitel ve nicel araştırma teknikleri beraber kullanılmıştır.

3.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmada olasılıksız örneklem kullanılmıştır. Olasılıksız örneklem çalışılabilecek ve ulaşılabilecek bireylerin seçilmesini kapsar (Creswell ve Plano Clark, 2015). Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel'in (2009) tanımına göre seçkisiz olmayan örnekleme yönteminden uygun örnekleme yöntemine göre çalışma grubu belirlenmiştir. Çalışma grubu olarak 2011-2012 öğretim yılında İstanbul'da bulunan bir Anadolu lisesinde öğrenim gören ortaöğretim 10. sınıf öğrencilerinden 3 sınıf, 87 öğrenci araştırmanın çalışma gruplarını (Deney 1, Deney 2 ve Kontrol Grubu) oluşturmaktadır. Grupların eşdeğer oldukları Mantıksal Düşünme Testi ve 1. Kimya sınavı kullanılarak belirlenmiştir. Aşağıda çalışma gruplarının eşdeğerliğı için yapılan istatistikler sunulmuştur.

Tablo 3.4. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları Dağılımının Kolmogorov-Smirnov Z Testi Sonuçları

Test	Kimya Dersi Notları			Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi		
Grup	Kontrol	Deney 1	Deney 2	Kontrol	Deney 1	Deney 2
N	29	29	29	29	29	29
Kolmogorov-Smirnov Z	0,023	0,728	0,703	0,807	1,138	1,295
p	0,822	0,664	0,706	0,553	0,150	0,664

Tablo 3.4'den de anlaşılacağı üzere çalışma gruplarının kimya ders notları ve mantıksal düşünme yeteneği testinden aldıkları puanlar benzerlik göstermektedir. Nitekim yapılan ANOVA analiz sonuçları da bu durumu destekler niteliktedir (Bkz., Tablo 3.5).

Tablo 3.5. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları ANOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı		Kareler Toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p
Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	Gruplar arası	17,067	3	5,689	2,047	,111
	Grup içi	308,463	111	2,779		
	Toplam	325,530	114			
1.Dönem Kimya Notu	Gruplar arası	339,591	3	113,197	,321	,810
	Grup içi	39131,940	111	352,540		
	Toplam	39471,530	114			

Bu çalışmada yer alan üç grubun birinci dönem kimya notlarına ve mantıksal düşünme testi sonuçlarının Kolmogorov-Smirnov Z testi sonuçları normal dağılım gösterdiği görülmektedir ($p > 0,05$). Bu gruplar eşdeğer kabul edilebilir birinci dönem kimya notlarına ve mantıksal düşünme testi sonuçlarına göre karşılaştırıldıklarında gruplar arası anlamlı bir fark (1. Dönem Kimya Dersi notu için $p = 0,111 > 0,05$, MDYT için $p = 0,810 > 0,05$) görülmemiştir.

Gruplar bilimin doğası eğitimi grubu (Deney 1), bilimin doğası eğitimi ve bilimsel tartışma grubu (Deney 2) ve kontrol grubu olmak üzere rastgele atanmıştır. Örneklem 41'i kız (%47,12) ve 46'sı erkek (%52,88) olan toplam 87 öğrenciden oluşmaktadır. Öğrencilerin kimliklerinin gizli tutulması amacıyla isimleri yerine 1'den 87'e kadar numaralar verilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin yaşları 14 ile 15 arasında değişmektedir. Öğrencilerin tümü 9. Sınıfta haftada 2 ders saati ($40 \times 2 = 80$ dakika) ve 10. Sınıfın ilk döneminde haftada 3 ders saati ($40 \times 2 = 120$ dakika) kimya dersi almıştır.

Tablo 3.6. Çalışma Grubunun Katılımcı Sayıları, Yüzdeleri ve Cinsiyet ve Yaş Dağılımları

Gruplar	N	Kız Öğrenci	Erkek Öğrenci	Yaş
Deney 1 Grubu	29	11 (%38)	18 (%62)	14-15 yaş
Deney 2 Grubu	29	19 (%66)	10 (%34)	14-15 yaş
Kontrol Grubu	29	11 (%38)	18 (%62)	14-15 yaş

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak Mantıksal Düşünme Testi, Kimya Dersi Tutum Ölçeği, Bilimin Doğası Görüş Anketi (VNOS-C) ve iki farklı sosyo-bilimsel senaryo, uygulanan öğretimin video kayıtları ve grup tartışmalarının ses kayıtları kullanılmıştır. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi ve 1. dönem kimya notları sadece iki grubun eşdeğerliği için kullanılmıştır. Tüm anket ve ölçekler (sosyo-bilimsel senaryo ve mantıksal düşünme testi dışında) ön test ve son test olmak üzere iki kez uygulanmıştır.

Tablo 3.7. Ön test ve Son testlerde Kullanılan Veri Toplama Araçları

Gruplar	Ön testler	Öğretim Yöntemi	Son testler
Deney 1	1)Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, 2)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 3)Bilimin Doğası Ölçeği	10. Sınıf Kimya müfredatına entegre edilmiş bilimin doğası öğretimi	1)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 2)Bilimin Doğası Ölçeği, 3)Sosyo-bilimsel Senaryolar
Deney 2	1)Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, 2)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 3)Bilimin Doğası Ölçeği	10. Sınıf Kimya müfredatına entegre edilmiş bilimin doğası ve bilimsel tartışma öğretimi	1)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 2) Bilimin Doğası Ölçeği, 3)Sosyo-bilimsel Senaryolar
Kontrol	1)Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi, 2)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 3)Bilimin Doğası Ölçeği	10. Sınıf Kimya müfredatı temelindeki yapılandırmacı öğretim	1)Kimya Dersi Tutum Ölçeği, 2)Bilimin Doğası Ölçeği, 3)Sosyo-bilimsel Senaryolar

3.3.1. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT)

Mantıksal düşünme yeteneği testi grupların eşdeğerliğini sağlamak için 1981 yılında Kenneth G. Tobin ile William Caple tarafından geliştirilmiştir. Ölçek Prof. Dr. İlker Özkan, Doç. Dr. Peter Aşkar ve Arş. Gör. Ömer Geban (1992) tarafından Türkçeye çevrilmiş ve literatürde kullanılmıştır (Ek 5). Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi öğrencilerin fen ve matematik alanı ile ilgili problemlerde neden sonuç ilişkilerini

gösterebilmeleri ve problem çözme stratejilerini açığa çıkarmalarını sağlar. Test içindeki sorular bilimsel düşünmenin yanı sıra mantıksal düşünmeyi gerektirecek değişkenlerin belirlenmesini ve kontrol edilmesini içerir. Ayrıca bu testteki sorular öğrencilerin oran orantı, olasılık ve sentez yeteneklerini kullanmalarını ölçmektedir. Mantıksal düşünme testinde sekiz tanesi iki basamaklı çoktan seçmeli; diğer ikisi açık uçlu olmak üzere toplam on soru bulunmaktadır. Her sorunun cevabı bir puandır. Testin güvenilirlik değeri 0,81 olarak bulunmuştur (Gümrah, 2013).

3.3.2. Kimya Dersi Tutum Ölçeği (KTÖ)

Kimya Dersi Tutum Ölçeği öğrencilerin kimya dersine karşı tutumlarını ölçmek için Geban ve Ertepinar tarafından geliştirilmiştir (Ek 4). 15 sorudan oluşan 5'li likert tipi ölçeğin (kesinlikle katılıyorum, katılıyorum) güvenilirlik katsayısı için cronbach α -iç tutarlık katsayısı hesaplanmış ve 0,83 olarak bulunmuştur. (Pınarbaşı, 2002). Ölçekteki maddeler kimya dersinden hoşlanma ve kimya dersinin önemi olmak üzere iki faktör üzerinden tanımlanmıştır (İçöz, 2012). Kimya dersi tutum ölçeği, çalışma kapsamındaki öğrencilerin tümüne öğretim öncesi ve öğretim sonrası olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Ölçekten alınabilecek minimum puan 15, maksimum puan ise 75'tir. Yüksek puan alan öğrencilerin kimya dersi tutumlarının olumlu olduğu belirlenmiştir (Tüysüz, Tatar ve Kuşdemir, 2010).

3.3.3. Bilimin Doğası Ölçeği (BDÖ/NOS)

Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz (2002) tarafından öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ölçmek için hazırlanmıştır (Ek 1). Bilimin doğası görüşlerinin ölçülmesi için farklı testler geliştirilmiştir (Lederman ve Abd-El-Khalick, 1998). Bu testler çoktan seçmeli, katılıyorum/ katılmıyorum ya da likert tipi testlerden oluştuğu için birçoğu hem geçerlikleri açısından hem de standardize edilmiş testlerin kullanılabilirliği açısından şüphe oluşturmıştır (Lederman, Abd-El Khalick, Bell ve Schwartz, 2002). Lederman ve Khishfe (2002) çoktan seçmeli testlerin uygulanması sırasında öğrencilere bilimin doğasına ilişkin bazı görüşleri aşıladığını belirtmişlerdir. Bu çerçevede öğrencilerin Bilimin Doğası görüşlerini araştırmak ve açığa çıkarmak açık uçlu sorular ve ayrıntılı görüşmeler kullanılmaya başlanmıştır (Driver, Leach, Millar ve Scott, 1996). Lederman ve O'Malley (1990) lise öğrencilerinin bilimin değişebilir

doğası anlayışlarını ölçmek için VNOS-A adını verdikleri yedi açık uçlu soru ve ardından bire bir görüşme içeren bir test geliştirmişlerdir. Daha sonra Abd-El- Khalick (1998) VNOS-A sorularını revize ederek fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimin değişebilir, yaratıcı doğası, teori yüklü olması, teori-kanun ilişkisi görüşlerini ölçmek için 7 sorudan oluşan VNOS-B'yi geliştirmiştir. Abd-El- Khalick VNOS-B'deki 3. Maddeyi alarak, 1,2,5. ve 7. sorular üzerinde değişiklik yapmış ve beş yeni soru daha ekleyerek 10 açık uçlu sorudan oluşan VNOS-C'yi (Bilimin Doğası Ölçeği) geliştirmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerliği için üç fen eğitimcisi, bir bilim tarihçisi, bir bilim insanından oluşan bir uzman grubu çalışmıştır. Ayrıca Abd-El-Khalick tarafından katılanların daha ayrıntılı görüşlerini almak üzere mülakat soruları hazırlanmıştır. Geçerlik ve güvenirliğini belirlemek için ölçek, çok sayıda lisans öğrencisi, lisans mezunu, fen bilgisi öğretmen adayları ve öğretmenlerine uygulanmış; ayrıca onlarla görüşmeler yapılmıştır. Abd-El-Khalick (1998; 2001) ölçekten ve görüşmelerden elde edilen verileri ayrı ayrı analiz ederek katılımcıların bilimin doğası profillerini oluşturmuş ve bunları sistematik olarak kıyaslayıp karşılaştırarak geçerliği sağlamıştır (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz, 2002).

Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C) katılımcıların bilimin deneysel doğası, bilimsel çalışma yöntemi, teori- kanun ilişkisi, bilimin değişebilir doğası, bilimde gözlem- çıkarım ilişkisi, bilimin teori yüklü olması, bilimsel bilginin öznelliği, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı, bilimin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası görüşlerini, bağlam içi ya da bağlam dışı sorular üzerinden ölçmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmada, ölçeğin Turgut (2005) tarafından Türkçe'ye uyarlanan hali kullanılmıştır. Ölçek, ters çeviri yöntemi kullanılarak dilimize uyarlanmıştır. İngilizce formu, önce iki ortaöğretim İngilizce öğretmeni ve bir üniversite üyesi tarafından Türkçe'ye çevrilmiştir. Oluşturulan bu Türkçe form, Türkçe'ye çeviri sürecine katılmamış üç ortaöğretim İngilizce öğretmeni tarafından İngilizce'ye çevrilmiştir. Formun orijinal hali ile ters çeviri ile oluşturulan şekli, ters çeviri sürecine katılmamış üç ortaöğretim İngilizce öğretmeni tarafından karşılaştırılmış ve çeviri uygun bulunmuştur (Turgut, 2005; Ağlarıcı, 2014).

Bu çalışmada Bilimin Doğası Ölçeği (VNOS-C) öğretim öncesi ön test ve öğretim sonrası son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin testi tamamlamaları 45-50 dakika sürmüştür. Uygulama sonrası 20 öğrenci ile yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır.

Ölçekte yer alan soruların belirlemeyi hedeflediği bilimin doğası boyutları Tablo 3.8’de verilmektedir.

Tablo 3.8. Bilimin Doğasına İlişkin Boyutların VNOS-C Ölçeğindeki Sorulara Göre Analizi

Bilimin Doğası Boyutu	VNOS-C Sorusu
Bilim Deney ve Gözlemlere Dayalı Doğası	1, 2, 3
Bilimsel Teori ve Kanunların Değişebilir Doğası	4, 5
Bilimsel Teori ve Kanunların Arasındaki Fark	5
Bilimde Gözlem ve Çıkarım İlişkisi	6, 7
Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası	8
Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı	9
Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası	10

3.3.4. Sosyo-Bilimsel Senaryolar (SBSÖ)

Uygulama sonrası öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ve bilimsel tartışma becerilerini ölçmek için açık uçlu sorular içeren iki adet sosyo-bilimsel senaryo (bilimsel makale) kullanılmıştır (Ek 2 ve Ek 3). Bilimsel okuryazarlık kapsamında bireylerin okudukları bir makaleye ve sosyo-bilimsel senaryoya yaklaşımı önemlidir. Bilimsel okuryazarlığın hedeflendiği bir çalışmada bilimin doğası entegre edilmiş öğretim tasarımı ve bilim doğası ve argümantasyonun birlikte kullanıldığı öğretim tasarımı sonucu öğrencilerin bilimsel okur yazarlık kapsamındaki kazanımları belirlemek önemlidir. Bu çerçevede öğrencilerin sosyo-bilimsel senaryolar içeren bilimsel makaleleri okuma, anlama ve görüş sunma süreci ele alınmıştır. Diğer bir deyişle, bu tartışma içeren makalelerin verilmesinin nedeni öğrencilerin bilimsel okuryazarlıklarını ne derecede kullanabildiklerini değerlendirebilmektir. Makaleler, Bilim-Teknik dergisinden alınmış olup, biri antibakteriyel ürünler diğeri ise kloroflorokarbonlar hakkındadır. Bu makalelerin seçilme nedenleri:

- Antibakteriyel ürünler 10. Sınıf kimya dersi müfredatında yer alan çözeltiler konusu ile ilgilidir. Aynı şekilde kloroflorokarbonlar konusu ise müfredatta yer alan gazlar konusunun günlük hayattaki uygulamaları ile ilgilidir.
- Her iki senaryo da içerikleri açısından tartışma yapmaya uygun senaryolardır.

- c) Senaryolarda yer alan konular dönem boyunca kimya derslerinde direkt olarak anlatılan, vurgulanan konular olmadıkları için öğrencilerin konulara aşinalığının aynı seviyelerde olduğu söylenebilir.

Her iki senaryoda yer alan 7 tane açık uçlu soru argüman becerileri ve bilimin doğası kavramları ile ilgilidir (Khishfe, 2012). Soruların ilk bölümünde argüman, karşıt argüman ve çürütücü kullanabilme ve fikirlerini savunabilme becerileri ile ilgili sorular yer alırken (1. 2. ve 3. sorular), ikinci bölümde öğrencilerin bilimin değişebilir doğası, bilimin deneysel doğası ve bilimsel bilginin öznelliği ile görüşlerini ölçmeyi hedefleyen sorular yer almaktadır. Khishfe (2012a) ve Zeidler, Walker, Ackett ve Simmons (2002) bilimin doğasının yukarıda vurgulanan bileşenlerinin sosyo-bilimsel olaylar ile ilgili yakından ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Senaryolarda sorulan sorular Khishfe'nin (2012a) makalesinden esinlenerek çalışmada kullanılan sorulara adapte edilmiştir. Khishfe çalışmasında 'Genetik Yapısı Değiştirilmiş Gıdalar' ve 'Suyun Florlanması' üzerine yazılmış iki sosyo-bilimsel makale kullanmıştır. Öğrencilerin argüman yazma ve savunma becerilerini ve bilimin değişebilir doğası, bilimin öznelliği ve bilimin deneysel doğası anlayışlarını ölçmek için hazırlanan 7 sorunun kapsam geçerliğini ölçmek için iki fen eğitimcisi, üç biyolog, iki felsefe (etik) profesörü ve üç lise biyoloji öğretmeni katkıda bulunmuştur. 25 tane 11. sınıf öğrencisi ile pilot uygulama yapılmış, ayrıca 5 öğrenci ile görüşme yapılarak soruları öğrencilerin araştırmacı ile benzer şekilde anladıkları/yorumladıkları sonucuna varılmıştır. Çalışmada bulgulardaki çeşitliliği arttırmak için iki senaryo kullanılmıştır (Khishfe, 2012a). Bütün gruplar uyguma sonrası sosyo-bilimsel senaryolar ile ilgili soruları cevaplamıştır. Her makale için soruların öğrenciler tarafından cevaplanması bir ders saati sürmüştür.

Bu senaryolarda yer alan sorular öğrencilerin argüman kullanma becerilerini (argüman geliştirmek, gerekçe kullanmak ve çürütücü kullanmak) ve bilimin doğası kavramlarının açıklamalarda kullanılmasını (bilimin değişebilir doğası, bilimde öznellik ve bilimin deneysel doğası) ölçmeyi amaçlamaktadır. Öğretimin bitiminde öğrencilere verilen senaryolarda (Antibakteriyel Ürünler ve Kloroflorokarbonlar) yer alan sorular analiz edilmiştir.

3.4. Öğretim Tasarımlarının Planlaması ve Uygulanması

Araştırma 2012–2013 eğitim-öğretim yılında İstanbul’da bulunan bir Anadolu Lisesi’nde 10. Sınıf Kimya öğretim programı dâhilinde uygulanmıştır. Araştırmaya lisedeki üç farklı 10. Sınıfta okuyan 87 öğrenci katılmıştır. Araştırma üç basamaktan oluşmaktadır. Araştırmanın ilk basamağını öğrencilerin bilimin doğası anlayışına ve bilimsel tartışma yöntemine ilişkin ön bilgilerinin tespit edilmesi; ikinci basamağını bu anlayışların kazandırılması amacıyla düzenlenen öğretimlerin uygulanması, üçüncü basamağını ise bilimin doğası anlayışlarına ve bilimsel tartışma becerilerine ilişkin son bilgilerinin tespit edilmesi oluşturmaktadır. Ayrıca bütün gruplara belirli bilimin doğası kavramları ile bilimsel tartışma becerilerini ilişkilendirecekleri iki farklı sosyo-bilimsel senaryo uygulanmıştır.

Araştırma 10. Sınıf öğretim programında yer alan periyodik sistem, kimyasal türler arası etkileşimler ve maddenin halleri konularını kapsamaktadır. Uygulamalar bu üniteler işlenirken gerçekleştirilmiştir. Araştırma ikinci dönem boyunca (20 ders saati) sürmüştür. Araştırmaya katılan sınıflar 1. kimya sınavları ve mantıksal düşünme testi sonuçlarına göre farklılık göstermedikleri tespit edilerek, rastgele seçilerek deney I, deney II ve kontrol olmak üzere üç farklı çalışma grubuna ayrılmıştır. Uygulama deney ve kontrol gruplarında haftada 4 saatte gerçekleştirilmiştir. Aşağıda kontrol ve deney gruplarında uygulamanın nasıl gerçekleştirildiği açıklanmıştır.

Deney I grubunda uygulanan etkinlikler ve harcanan zaman Tablo 3.9’da belirtilmiştir.

Tablo 3.9. Deney I Grubunda Uygulanan Etkinlikler ve Harcanan Zaman Çizelgesi

10. Sınıf Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Bilimin Doğası Öğretimi		
Konu	Aktiviteler	Zaman
Periyodik Sistemin Tarihçesi	1. Periyodik Tablonu yarat 2. Periyodik Tablonun Tarihçesi 3. Periyodik Özellikler	6 ders süresi
Kimyasal Türler Arası Etkileşimler- Kimyasal Bağların Tarihi Gelişimi	1. Bilimsel Modeller 2. Kimyasal Bağların Tarihsel Gelişimi	4 ders süresi
Gaz Kanunları	1. Gaz Kanunları ve Teori- Kanun İlişkisi 2. Gerçek Gazlar	4 ders süresi
Çözeltiler	1.Yüzey Gerilimi	2 ders süresi

Deney I grubunda uygulanan etkinlikler ve kazandırılması hedeflenen bilimin doğası boyutlarına Tablo 3.10’da ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

Tablo 3.10. Deney I Grubunda Uygulanan Aktiviteler ve Bilimin Doğası Bileşenleri

Konu	Aktiviteler	Ele Alınan Bilimin Doğası Boyutları
Periyodik Sistemin Tarihçesi	1. Periyodik Tablonu yarat 2. Periyodik Tablonun Tarihçesi ve Gelişimi ile İlgili Sunum ve Tartışma 3. Periyodik Özelliklerin Tarihsel Gelişiminin ve Yapılan Deneylerin İncelenmesi	- Bilimsel bilginin deneysel doğası - Bilimsel bilginin yaratıcı doğası - Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi - Bilimde öznellik - Bilimsel bilginin değişebilir doğası - Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası
Kimyasal Türler Arası Etkileşimler- Kimyasal Bağların Tarihi Gelişimi	1. Bilimsel Modeller ile İlgili Sınıf İçi Tartışma 2. Kimyasal Bağların Tarihsel Gelişimi ve Modellerin Kullanımı İle İlgili Sunum	- Bilimsel bilginin değişebilir doğası - Bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi - Bilimsel bilginin deneysel doğası - Bilimsel bilginin yaratıcı doğası - Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası - Bilimsel modeller
Gaz Kanunları	1. Gaz Kanunları ve Teori- Kanun İlişkisi Üzerine Tartışma 2. Gerçek Gazlar	- Bilimsel teoriler ve kanunlar - Bilimsel bilginin değişebilir doğası - Bilimde gözlem –çıkarım ilişkisi, - Bilimde öznellik - Bilimin sosyal ve kültürel doğası - Bilimde farklı çalışma yöntemlerinin olması
Çözeltiler	1. Yüzey Gerilimi ve Günlük Hayattan Örnekler	- Bilimsel bilginin değişebilir doğası - Bilimsel bilginin deneysel ve yaratıcı doğası - Bilimsel bilginin yaratıcı doğası - Bilimde farklı çalışma yöntemlerinin olması

Deney II grubunda uygulanan etkinlikler ve harcanan zaman Tablo 3.11'de belirtilmiştir.

Tablo 3.11. Deney 2 Grubunda Uygulanan Aktiviteler ve Harcanan Zaman Çizelgesi

10. Sınıf Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Argümantasyon Öğretimi		
Konu	Aktiviteler	Zaman
Argüman Eğitimi	1.Argümantasyon Kavramlarının Tanıtılması 2.Bebek Bakıcısı Etkinliği	2 ders süresi
Periyodik Sistemin Tarihçesi	1.Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler-Periyodik Sistemin Tarihçesi	2 ders süresi
Periyodik Sistemin Özellikler	1.Periyodik Tablo İfadeler Tablosu	2 ders süresi
Kimyasal Türler Arası Etkileşimler- Kimyasal Bağların Tarihi Gelişimi	1.Fikirler ve delillerle yarışan teoriler -Kimyasal Bağlar 2. İyonik Bağların Özellikleri	6 ders süresi
Gaz Kanunları	1.Gazlar-1 2.Buzlu pet şişe 3. Balon aktivitesi	6 ders süresi
Çözeltiler (Hal değişimleri)	1.Snowman (Kardan adam)	3 ders süresi

Argümantasyon etkinliklerinin yanı sıra tablo 3.9’da verilen bilim doğası etkinlikleri ilgili ünite ve konularda argümantasyon öğretiminin içine yerleştirilerek bilimin doğası öğretimi ile argümantasyon öğretimi birlikte gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Kontrol Grubunda Yapılan Öğretim

Kontrol grubunda öğretim yapılandırmacı öğretim modeline göre yapılmıştır. Bu grupta yapılandırmacı öğretim modeli prensipleri doğrultusunda bilginin öğretmenden öğrenciye aktararak öğretilmesinden çok, öğrencinin aktif olarak bilgiyi kendisinin oluşturması hedeflenmiştir (Driver, Asoko, Leach, Mortimer. 1994). Airasian ve Walsh

(1997) öğrencilerin pasif alıcılar olmak yerine derslerde aktif olarak yer alarak bilgiyi yapılandırmaları gerektiğini söylemiştir. Başka bir deyişle öğrenciler inanışları ve tecrübeleri ile öğrenirken kendi anlayışlarını geliştirmelidirler. Kontrol grubunda öğrencilerin önbilgilerini kullanarak yeni öğrenecekleri konuyu kavramaya yönelik sorularla veya etkinliklerle bilgiyi kendilerinin oluşturması sağlanmıştır. Ayrıca öğrencilerin rahatlıkla soru sorabilecekleri bir ortam yaratılmaya çalışılmıştır. Derslerde sık sık günlük hayattan örnekler vererek öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgileri günlük hayat ile ilişkilendirmeleri sağlanmıştır. Uygulamanın yapıldığı okulda aktif bir laboratuvar bulunmadığı için derslerde laboratuvar çalışmaları yapılamamıştır.

Dersin başında öğrencilere önceki derste işlenmiş konuları hatırlatıcı sorular sorulmuştur, öğrenciler bu soruları cevaplamıştır. Zaman içinde konu ile ilgili soru soran öğrencilere arkadaşlarının cevap verdiği bir ortam oluşturulmuştur. Ders işlerken animasyonlar ve görsellerle daha etkili hale getirilmiş sunumlar kullanıldı. Konu ile ilgili problemler çözerken öğrenciler grup çalışması yaptılar. Ders sırasında çözülmesine karar verilen sorular çoğunlukla öğrenciler tarafından tahtada çözüldü. Öğrencilere sık sık günlük hayat ile ilgili kimya bilgilerini kullanarak açıklama yapabilecekleri sorular soruldu ve sınıfta bir tartışma ortamının yaratılması için ortam sağlandı. 10. Sınıf Kimya müfredatı doğrultusunda öğrencilere kimya tarihi ve bilim adamlarının hayatları ile ilgili araştırma ödevleri verildi. Araştırma bir döneme yayıldığı için kontrol grubu öğrencileri ile periyodik sistemin tarihçesi, periyodik tablonun özellikleri, kimyasal türler arası etkileşimler, gaz kanunları ve çözeltiler konuları yukarıda betimlenen biçimde işlendi.

3.4.2. Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Bilimin Doğası Öğretimi (Deney 1 Grubu)

Deney 1 grubunda doğrudan yansıtıcı (düşündürücü) yaklaşım kullanılarak bilimin doğası öğretimi gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımla öğrencilerin bilimin doğası özelliklerini 10. Sınıf kimya müfredatına entegre edilmiş etkinlikler ile kavramaları hedeflenmiştir (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Bu yöntemi uygularken, etkinlikler sırasında ya da etkinliklerin sonunda bilimin doğası kavramları açıkça vurgulanırken yine bu kavramlar üzerine sınıfta öğrenciler ile tartışılmıştır. Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş'un (2012) da vurguladıkları gibi sınıfta tartışma ortamı sağlanarak ve etkinliği

değerlendirerek öğrencilerin bilimin doğası kavramlarını anlamaları sağlanmaya çalışılmıştır. Bütün bunlara ek olarak tartışmaların sonunda anlaşılması hedeflenen bilimin doğası kavramları öğretmen tarafından ayrıntılı bir biçimde açıklanmıştır. Ayrıca bilimin doğası öğretiminde kullanılan etkinliklerde bilim tarihinden yararlanılmıştır. Birçok araştırmacı bilimin doğası bileşenlerinin daha etkin bir biçimde kavranmasının bilim tarihinin ve bilim felsefesinin fen derslerine yoğun bir şekilde entegre edilmesine bağlı olduğunu belirtmektedir (Abd-El Khalick, 1998; Allchin 2000). Bilimin doğası öğretimi uygulanırken öğrenciler bilim tarihi, bilim adamlarının farklı çalışma biçimleri ve bilim ve teknolojinin nasıl geliştiği üzerine sunumlar izlemişlerdir. Daha sonra sunumlar üzerine tartışırken bilimin doğası kavramları vurgulanmıştır. Tarihsel yaklaşım uygulanırken bütüncü yöntemden faydalanılmıştır (Howe; 2003; Matthews, 1994). Yine 10. Sınıf kimya müfredatı işlenirken bilimin doğası bileşenlerini içeren tarihsel hikâyelerden faydalanılmıştır (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012; İrez, Bakanay, Şeker, Güney, Kahveci ve Barutçuoğlu, 2011). Howe'a (2003) göre bilim tarihi ile ilgili metinler bilimin doğası kavramlarını açıklamak için zengin bir içerik sunmaktadır. Deney I grubunda yapılan dersler ve içerikleri aşağıda belirtilmiştir.

3.4.2.1. Periyodik Tablonu Yarat

Bu aktivite Lederman ve Abd-El Khalick (1998) tarafından hazırlanan periyodik tablo etkinliğinden esinlenerek oluşturulmuştur. Periyodik Tablonun tarihçesi ve periyodik tablonun özellikleri konusuna başlamadan önce öğrenciler 6 gruba ayrılmıştır. Her gruba öğretmenleri tarafından hazırlanan elementlerin özelliklerinin yer aldığı 40 tane kart verilmiştir. Renkli kartların ön yüzünde her bir elementin resmi, diğer yüzde ise elementlerin atom numaraları, kütle numaraları, oda koşullarında bulundukları fiziksel halleri, oksijenle tepkime verip vermedikleri ve eğer oksijenle tepkime veriyorsa oksit bileşiğinin asidik ya da bazik özellik göstermesi gibi bilgiler yer almaktadır. Öğrenciler gruplara ayrıldıktan sonra kendilerinden kartları incelemelerini istenmiştir. Daha sonra kendi periyodik tablolarını oluşturmak konusunda özgür oldukları, istedikleri özelliklere göre kendi periyodik tablolarını yaratabilecekleri belirtilmiştir. Gruplardan biri verilen elementleri fiziksel hallerine katılar, sıvılar ve gazlar olmak üzere üç ana başlıkta topladıklarını belirtmiştir. Daha sonra her bir grubu oksijenle tepkime verip

vermemelerine göre ikiye ayırdıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenleri ayırdıkları gruplarda eksik olan yerler için gruplardan element tahmininde bulunmalarını istemiştir. Bir sonraki ders periyodik tablonu yarat etkinliği üzerine öğrencilerle tartışılmıştır. Öğrencilere periyot kelimesinin anlamı soruldu. Öğrenciler periyot kelimesinin anlamı üzerine tartıştıktan sonra bir sınıflama yapabilmek için bilimsel verilerin gerekli olduğu vurgulanmıştır. Bilimsel bilginin oluşumunda gözlem çıkarım ilişkisini vurgulamak için kartlarda elementlerin farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili bilgilerin yer aldığını ve öğrencilerin gözlem ya da deney sonuçlarına dayanan verilerin ışığında elementleri farklı şekilde sınıfladıkları belirtilmiştir. Öğrencilerden biri her bir grubun farklı özelliklere göre bir periyodik tablo oluşturmasında hayal gücünün önemli olduğunu söylemiştir. Her bir grubun oluşturduğu farklı periyodik tablonun bilim adamlarının belirli bir bilgiyi farklı yorumlamaları ile ilgili olduğu belirtilmiştir. Bu durumu açıklamak için o dönem yanma ile ilgili deneyler yapan bir bilim adamının elementleri oksijenle verdikleri tepkimelere göre sınıflayabileceği örnek olarak verilmiştir. Öğrencilerin kendi periyodik tablolarını oluşturmaları üzerine, bir bilginin çeşitli bilim adamları tarafından farklı şekilde yorumlanabileceğini ve farklı sonuçlar çıkabileceğini fark etmelerine olanak sağlayacak sorular sorulmuştur. Bu durumun önceden edindiğimiz bilgilere ve aldığımız eğitime bağlı olduğunu fark etmeleri sağlanmıştır. Bu aktivitede ayrıca bilimsel bilginin yaratıcı doğası, bilimsel bilginin deneysel doğası ve öznellik (bilimsel bilginin teori yüklü doğası) kavramları vurgulanmıştır.

3.4.2.2. Periyodik Tablonun Tarihçesi

Bu konuda Periyodik sistemin tarihçesi ile ilgili sunuma başlamadan önce öğrencilerden ilk keşfedilen elementler ile ilgili fikir yürütmeleri istenmiştir. Öğrenciler demir, nikel altın, bakır gibi elementlerin ilk çağlardan beri kullanıldığını belirtmişlerdir. Öğrenciler söyledikleri bilgileri desteklemek için müzelerde eski çağlarda bu elementlerden yapılmış eşyaların sergilendiğini söylemişlerdir. Başka bir öğrenci bu elementlerin kullanıldığını fakat simyadan kimyaya geçişte kullanılan deneylerle elementlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ilgili bilgilerin keşfedildiği belirtmiştir.

Periyodik sistemin tarihçesi konusuna elementlerin deneysel olarak keşfedilmesinin 1649 yılında fosforun Brand tarafından bulunmasıyla başladığını ve 1869 yılına kadar

63 elementin bulunduğu anlatarak başlanmıştır. Artan element sayısı ile bilim adamlarının elementleri farklı özelliklerine göre sınıflandırdıkları belirtilmiştir. Lavoisier'in oluşturduğu basit maddeler tablosu incelenmiştir. Lavoisier'in periyodik tablosu incelendiğinde elementlerin oksitlenebilen ve oksitlenmeyen elementler olarak ayrıldığı açıklanmıştır. Lavoisier'in elementleri sınıflandırmak için yaptığı deneyler sonucu yanma olayını açıklaması ve kütlenin korunumu kanununu bulması gözlem çıkarım ilişkisine örnek olarak verilmiştir. Döberenier'in oluşturduğu triadların özellikleri anlatıldıktan sonra triadlar sınıflaması ile ilgili daha sonra diğer bilim adamlarından ne gibi itirazlar gelebileceği öğrencilere sorulmuştur. Öğrencilerden biri yeni elementler keşfedildikçe triadlar kuralına uymayan elementlerin bulunduğunu belirtmiştir. Chancourtois ve Newlands'ın periyodik tablolarının özellikleri açıklanmıştır. Newlands'ın oktavlar tablosunun yayımlandığı zamanlarda kabul görmediği fakat çok sonra çalışması ile ilgili ödül aldığı belirtilmiştir. Meyer ve Mendeleyev'in elementleri aynı yıllarda elementleri artan atom kütlelerine göre sıraladıkları anlatılmıştır. Mendeleyev'in başarısının tabloda eksik kalan elementlerin özelliklerini tahmin etmesi olduğu vurgulanmıştır. Moseley'in elementleri artan proton sayılarına göre sıraladığına dikkat çekilmiştir. Seaborg'un günümüzde kullanılan periyodik tablonun oluşmasındaki katkıları vurgulanmıştır. Sunumda bazı elementlerin ve soygazların hangi yıllarda keşfedildiğine de yer verilmiştir. Öğrencilerden biri bugün kullandığımız periyodik sistemin son sınırına ulaşp ulaşmadığını sorduğunda başka bir öğrenci son sınır olmadığını bilimin sürekli ilerlediğini belirtmiştir. Diğer bir öğrenci bilimin insanların farklı verilerle bilimi ileriye götürebileceğini eklemiştir. Öğrencilerden biri Seaborg'un periyodik tablonun bugünkü halini almasında çok önemli katkısı olduğu halde ismini neden daha önce hiç duymadıklarını sormuştur. Aynı soru öğrencilere yöneltildiğinde öğrenciler 20. yy'da birçok bilimsel buluş olduğunu bilim insanların isimlerinin biraz arka planda kalmış olabileceğini ifade etmiştir. Sunum sonunda öğrencilere neden farklı periyodik tablolar oluşturulduğu ve bilim insanların yaşadıkları çevrenin ya da kişilik özelliklerinin çalışmalarındaki etkisi ile ilgili soruları üzerine bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel ve yaratıcı doğası ve bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası üzerine tartışılmıştır.

3.4.2.3. Periyodik Özellikler

Periyodik özellikler konusu işlenirken atom yarıçapı kavramının tarihsel gelişimi açıklanarak derse başlanmıştır. Öğrencilere atom kavramının tarihsel olarak nasıl değiştiği hatırlatıldığında atom ile ilgili tanımların zaman içinde değiştiği ve bilimsel gelişmelerle yeni atom modellerinin geliştirildiği öğrenciler tarafından belirtilmiştir. Bilimsel bilginin gelişmeye başlaması ile atomun yapısı ve büyüklüğü ile ilgili daha net düşüncelerin ortaya konulduğu söylenmiştir. Maxwell ve Bragg gibi çeşitli bilim insanlarının atomların büyüklüğünü hesaplamak için yaptıkları çalışmalar açıklandıktan sonra Pauling'in Van der Waals yarıçapını, Verner Schomaker'ın kovalent yarıçapı ve İsviçreli kimyacı Victor Goldschmidt'in iyonik yarıçapı keşifleri vurgulanmıştır. Maxwell'in hidrojen atomunun yarıçapını nasıl bulduğu sorulduğunda bilimde her zaman gözlem yaparak sonuca varılamayacağı deneyler ve matematiksel işlemler kullanılarak sonuca varılabileceği belirtilmiştir. Bilimsel sonuçların her zaman gözleme dayandırılmayacağı, duyularımızı kullanarak ulaşamayacağımız durumlarda deneysel verileri kullanarak çıkarım yapılabileceği vurgulanmıştır. Sunumda bilim insanlarının önceden bütün atomlarının büyüklüğünün aynı olduğunu düşündükleri fakat yapılan çalışmalarla bütün atomların büyüklüğünün aynı olmadığını keşfettikleri belirtilerek bilimsel bilginin değişebilir doğası kavramı tartışılmıştır. Zaman içinde bu tanımların değiştiği belirtilerek bugün kullanılan tanımlar açıklanmıştır. İyonlaşma Enerjisi kavramının tarihsel gelişimi ve cıva elementine ait elektronları koparmak için yapılan deney incelenmiştir. Elektron ilgisi ve elektronegativite kavramlarının nasıl ortaya çıktığı ve bu kavramların gelişmesi için yapılan deneyler üzerinde durulmuştur. Pauling'in ve Mulikan'ın buldukları farklı elektronegativite değerleri farklı bilimsel yöntemlerin olabileceği düşüncesini ortaya koymak için kullanılmıştır. Bu sunumda bilim insanlarının farklı çalışma biçimlerine, tek bir bilimsel yöntem olmadığına vurgu yapılmıştır. Pauling'in iki farklı alanda Nobel ödülü alan tek bilim insanı olduğu ortaya konarak bilim insanının içinde bulundukları sosyal ve kültürel çevreden etkilenebilecekleri söylenmiştir. Bu çalışmada bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimde gözlem-çıkartım ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel doğası, bilimsel bilginin yaratıcı ve bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası ve bilimde sonuç çıkarmanın deney ya da gözlem sonucunda edinilen veriler dışında bilim insanının yorumuna, hayal gücüne ve önceki bilgilerine bağlı olduğu kavramları üzerinde durulmuştur.

3.4.2.4. Bilimsel Modeller

Bilimsel modeller ile ilgili sunum yapmadan önce öğrencilerin bilimsel modeller ile ilgili ön bilgilerine başvurulmuştur. Öğrencilere bilimsel model nedir diye sorulduğunda, bilim insanının bakış açısını yansıttığını, düşünceyi desteklemek için kullanılan araçlar olduğu söylenmiştir. Öğrencilere Lewis nokta formülü hatırlatıldığında öğrenciler sembollerin etrafına konulan noktaların değerlik elektronlarını ve bağların oluşmasını göstermek için kullanılan bir model olduğunu belirtmişlerdir. Sunum bilimsel modellerin tanımı ile başlanmıştır. Bilimsel modellerin güçlü veya zayıf yanları olabileceği söylendikten sonra öğrenciler Lewis nokta yapısı modeline uymayan bileşiklerden örnekler vermişlerdir. Metan molekülünün farklı modelleri öğrencilere gösterilmiş, her bir modelin bileşiğin farklı özelliğine vurgu yaptığı anlatılmıştır. Daha sonra öğrencilere modellerin gerçeğin bire bir kopyası olmak zorunda mı diye sorulduğunda, öğrenciler modellerin gerçeğin kopyası olmasının gerekmediğini söylemişlerdir. Bilimsel modellerin bilim insanlarının veriler sonucunda ürettikleri ürünler olduğu, güçlü ya da noksan taraflarının tanımlandıkları özel şartlara bağlı olduğu ve bir problemle ortaya atılan bir konuyu açıkladığı gibi özellikleri üzerinde durulmuştur (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012).

3.4.2.5. Kimyasal Bağ Kavramının Gelişimi

Demokritus'un kimyasal bağ açıklaması ile kimyasal bağ kavramının tarihsel gelişimine giriş yapılmıştır. Descart'ın su molekülü modeli ve Dalton'un bağ kavramı üzerine konuşulmuştur. Avogadro'nun önerdiği ve daha sonra Stanislao Cannizzaro tarafından geliştirilen molekül kavramı ile kimyasal bağ konusunda daha ileri teoriler geliştirildiği açıklanmıştır. İyonik ve kovalent bağ kavramlarının ilk tanımları verilmiş ve daha sonra bu tanımların nasıl değiştiği açıklanmıştır. Bu örnek eşliğinde öğrencilerden bilimsel bilginin değişebilir doğasını ifade etmeleri beklenmiştir. İyonik ve kovalent bağın oluşumunu göstermek için Lewis nokta formülünün kullanılması bilimsel modellere örnek olarak verilmiştir.

3.4.2.6. Gazlar-Teori-Kanun İlişkisinin Açıklanması

Gazlar konusu işlenirken öğrenciler ile bilimde teori ve kanun tanımları ve ilişkileri ile ilgili bilgi verilmiştir. Derse başında öğrencilere teori ve kanun arasında bir ilişki olup

olmadığı sorulduğunda öğrencilerin çoğu kanunun ispatlanmış bilgiler olduğunu, teorinin ise yeni ortaya atılan bir fikir olduğunu söylemişlerdir. Başka bir öğrenci hipotez-teori-kanun arasındaki hiyerarşiyi vurgularken, diğer bir öğrenci teorinin kanunların olgunlaşmamış halleri olduğunu belirtmiştir. Daha sonra gaz kanunlarının hangi yıllarda ortaya atıldıkları açıklanmıştır. Kinetik teorinin gaz kanunlarından yaklaşık 200 yıl sonra ortaya konulduğu ve gaz kanunları arasındaki ilişkiyi ortaya koyduğunu ve genel olarak gazların davranışlarını açıkladığı belirtilmiştir. Öğrencilere teorilerin kanunların ispatlanmamış hali olduğu bilgisinin doğru olup olmadığı konusu tartışılmıştır. Daha sonra bilimsel kanunların ve teorilerin tanımı verilmiştir. Bu tanımlar verilirken gazlar konusundan ve Newton'un yer çekimi kanunundan yararlanılmıştır. Teori ve kanunlar arasında bir hiyerarşi olmadığı vurgulanmıştır. Gazlar konusu işlenirken bilim tarihinden yararlanılmış ve önce gaz kanunları daha sonra kinetik teori konusu işlenmiştir. Bu derste bilimsel kanunlar ve teoriler kavramları ve bilimsel bilginin değişebilir doğası vurgulanmıştır. Bir sonraki ders öğrencilerle bilimsel kanun ve teori tanımları üzerine tekrar tartışılmıştır.

3.4.2.7. Gerçek Gazlar

Derse önceki derslerde işlenmiş olan bilimin doğası kavramları üzerine konuşarak başlanmıştır. Bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin deneysel ve yaratıcı doğası, bilimde öznellik, bilim insanının hayal gücünün etkisi, bilimde tek bir yöntemin olmaması, bilimsel bilginin sosyal ve kültürel doğası, bilimsel kanun ve teorilerin tanımları soru cevap şeklinde tekrar edilmiştir. Gerçek gazlar konusu işlenirken bilim tarihi ile konu zenginleştirilmiştir. Hollandalı matematikçi Daniel Bernoulli'nin gazları rastgele uçan tanecikler olarak tanımladığı belirtilerek o dönem çoğu bilim insanı gaz taneciklerinin hareket etmeyip olduğu yerde durduğunu ve bilinmeyen bir kuvvetin bu taneciklerin üzerinde etkisi olduğunu düşünmesinden dolayı bilim çevrelerinin bu tanımı kabul etmediği belirtilmiştir. Bu açıklamanın üzerine öğrenciler bilim insanları arasında görüş farklılığından bahsetmiştir. Bir bilginin kabul edilmesinin bilim topluluklarının onayı ile gerçekleştiği olgusu vurgulanmıştır. Gazların davranışı ile ilgili Joule'ün ve Clausius'un farklı görüşlerine yer vererek bilimde gözlem çıkarım ilişkisi vurgulanmıştır. Regnault'nun gazlar ile ilgili yaptığı çalışmalar ve gerçek gazlar tanımı açıklanmıştır. Gazların

sıvılaşması konusu işlenirken 1797 yılında Amerikalı fizikçi Benjamin Thomson ve 1813 yılında İngiliz matematikçi Charles Babbage yaptıkları deneylerde farkında olmadan karbondioksiti sıvılaştırmayı başardıkları belirtilmiştir. Bu örnek ile bilim insanının yaratıcı doğası kavramı vurgulanmıştır. Joule Thomson deneylerinin Manchester şehrinde bulunan evinin bodrumunda yaptığı söylenmiştir. Öğrencilerden biri bu örneğin tek bir bilimsel yöntemin olmadığını, bilim insanlarının farklı şekillerde çalışabileceğine örnek olduğunu belirtmiştir. Ayrıca sunum boyunca bilimde gözlem – çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilim insanının önceki bilgilerinin önemi, bilimin sosyal ve kültürel doğası kavramları tekrar edilmiştir.

3.4.2.8. Sıvılarda Yüzey Gerilimi

Sıvıların özellikleri ve yüzey geriliminin anlatıldığı derste gazlarınkinden daha kuvvetli, katılarınkinden ise daha zayıf olan sıvı tanecikler arası çekim kuvvetlerinin sıvılara kazandırdığı en temel özelliklerden biri olan yüzey geriliminden söz edilmiştir. Bunu yüzey geriliminin günlük hayattaki örneklerinin incelenmesi izlemiştir. Laplace ve Young'ın yüzey gerilimi ile ilgili farklı çalışmalar yürüttükleri halde sonuçlarının aynı olmasına dikkat çekilerek tek bir bilimsel yöntem olmadığı üzerine odaklanılmıştır. Aristo'dan itibaren yüzey gerilimi ile bilgilerin değiştiği ve geliştiği vurgulanarak bilimsel bilginin değişebilir doğası kavramı tekrar edilmiştir. Aynı zamanda bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden elde edilmiş delillere dayandığı konusu üzerine tartışılmıştır.

3.4.2.9. Bilimin Doğası Kavramlarının Tekrarı

Bu derste öğrencilerle bilimin doğası kavramları üzerine tartışılmıştır. Dönem boyunca ele alınan yedi bilimin doğası kavramı, bilim insanının özellikleri ve bilimsel model kavramları öğrencilere hatırlatılarak öğrencilerin tartışmaları ve görüşlerini belirtmeleri sağlanmıştır. Örnek olarak yer çekimi kanununun değişip değişmeyeceği sorulduğunda öğrencilerden biri gezegenlerin manyetik alanının değişebileceğini böylece yer çekimi şartlarının farklılaşabileceğini belirtmiştir.

3.4.3. Bilimin Doğası ve Argümantasyon Öğretimi (Deney 2 Grubu)

Deney 2 grubunda argümantasyon yöntemi (bilimsel tartışma yöntemi) ve bilimin doğası eğitimi kullanılarak öğretim yapılmıştır. Deney 2 grubunda kontrol grubunda yapılan öğretime ek olarak argümantasyon etkinlikleri ve bilimin doğası öğretimi uygulanmıştır. 2008 yılında geliştirilen 10. Sınıf Kimya dersi öğretim programında yer alan kazanımlar incelendiğinde sorgulayıcı düşünmenin ve öğrencilerin kendilerini ifade etmelerinin öneminin vurgulandığı görülmektedir. Müfredatta KTTÇ kazanımlarına da yer verilmiş ‘Dünyayı yorumlamada bilimsel yaklaşımın ve sorgulayıcı düşünmenin önemini kavrar’ ve iletişim tutum ve değer kazanımlarının altında yer alan ‘genel kabul görür temellere dayanarak talep ve iddia öne sürer’ kazanımları kimya derslerinde argümantasyon kullanmanın önemini vurgulamaktadır (MEB, 2008). Driver, Asoko, Leach, Mortimer ve Scott’ın (1994) ortaya koydukları üzere argümantasyonun fen eğitiminde kullanılmaması öğrencilerin bilimsel kavramları ve günlük hayatta karşılaştıkları olayları yeterince sorgulayamamalarına yol açmaktadır. Deney 2 grubunda yer alan etkinlikler hazırlanırken Toulmin Argüman Modeli, literatürdeki argüman örnekleri, Osborne, Erduran ve Simon’un (2004a) geliştirdikleri, öğretmenlerin fen eğitiminde argümantasyon konusunda beceri kazanmalarına yönelik örnek etkinliklerden oluşan IDEAS (The Ideas, Evidence and Argument in Science) ve Pabuçcu ve Erduran (2012) tarafından Kimya dersinde argümantasyon kullanıma dair örnek etkinliklerden oluşan “Teaching and Learning Argumentation through Chemistry Stories” kaynakları detaylı şekilde incelenerek argümantasyon öğretiminde kullanılacak materyaller hazırlanmıştır. Hazırlanan materyaller konusunda uzman bir araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir. Öğretimde kullanılan etkinliklerden biri IDEAS’tan alınmıştır. Deney 2 grubunda uygulanan argümantasyon etkinlikleri öğrencilerin ele alınan kimya konularında bilimsel iddialar üretmek tartışmalarına fırsat verecek şekilde hazırlanmıştır. Bu bölümde doğrudan (explicit) argümantasyon öğretiminin hangi aşamalarla uygulandığı detaylı bir şekilde anlatılacaktır.

3.4.3.1. Argümantasyon Kavramının Tanıtılması ve Argümantasyon Eğitiminin Verilmesi

Argümantasyon etkinlikleri ile kimya öğretimine başlamadan önce öğrencilere argüman eğitimi verilmiştir. İlk derste öğrencilerle öncelikle argüman ve bilimsel tartışma

kavramları üzerine konuşulmuştur. Daha sonra öğrencilere argüman ve argümantasyon kavramları açıklanmış, Toulmin Argüman Modeli ve bileşenleri; iddia, gerekçe, destekleyici, sınırlayıcı ve çürütücüler açıklanmıştır. Bir örnek üzerinden bu kavramlar irdelenmiştir. Daha sonra öğrencilere argüman örnekleri verilerek bu örnekleri analiz etmeleri istenmiştir. Bir diğer aktivite olarak öğrencilere fen bilgisi ile ilgili kavramlar (iddialar) verilmiş, öncelikle bu kavramları/iddiaları destekleyen herhangi bir kanıt göstermeleri istenmiştir. Daha sonra veri ve iddiaları kullanarak argüman oluşturmaları istenmiştir. Öğrencilere Toulmin Argüman Modeli'nde yer alan argüman seviyeleri kısaca anlatılarak örneklerle desteklenmiştir.

Argüman eğitiminin ikinci dersinde argümantasyona giriş etkinliği olarak 'Bebek Bakıcısı' etkinliği uygulanmıştır. Etkinliğe başlamadan önce sınıf dörderli gruplara ayrılmıştır. Her grup bir sözcü ve bir yazıcı seçmiş, grupların argümanlarını sözcüleri aracılığı ile aktaracağı konusunda görüş birliğine varılmıştır. Ayrıca tartışırken birbirini dinlemenin önemi, grup içinde gereksiz yere konuşmanın ve gürültü yapmanın tartışan öğrencilerin dikkatini dağıtabileceği belirtilmiştir.

Bu etkinlikte bebeği için en uygun bakıcıyı seçmeye çalışan anne ve bebek bakıcılarının özelliklerine yer verilmiştir. Etkinlikte öncelikle bebeklerine bakıcı arayan bir ailenin çocuklarının özellikleri belirtilmiştir, ardından bebek bakıcısı olmak için başvuruda bulunan Fırat, Anıl, Sevgi ve Suna adlı dört kişinin karakterleri, hobileri ve diğer özellikleri anlatılmıştır. Öğrencilerden, dağıtılan bu hikâyeyi okuyup kimin bakıcı olmasını istediklerine karar vermeleri ve özellikle bu kararlarının nedenlerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrenciler bir ders boyunca önce bireysel, daha sonra ikili ve dörtlü gruplara ayrılarak hangi bebek bakıcısını seçmeleri konusunda Toulmin Argüman Modeli bileşenlerini kullanarak tartışmışlardır. Daha sonra isteyen gruplar iddialarını açıklamışlardır. Her grup sözcüleri aracılığı ile tartışmaya katılmıştır. Öğrencilerden sadece iddia veya iddia ile veriden oluşan argümanlarını gerekçe, destekleme, sınırlayıcı ve çürütücülerle desteklemeleri istenmiştir.

3.4.3.2. Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Argümantasyon Öğretimi

Argümantasyon öğretiminin gerçekleştirilmesi sürecini anlatmadan önce uygulanan etkinliklerde hangi tür argümantasyon aktivitesinin kullanıldığı Tablo 3.12’de gösterilmiştir.

Tablo 3.12. Argümantasyon Aktiviteleri ve Türleri

10. Sınıf Kimya Müfredatına Entegre Edilmiş Argümantasyon Öğretiminde Kullanılan Aktivitelerin Türleri		
Konu	Aktiviteler	Argüman Türü
Argüman Eğitimi	1..Bebek Bakıcısı Etkinliği	Bir Hikâye ile Yarışan Teoriler
Periyodik Sistemin Tarihçesi	1.Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler-Periyodik Sistemin Tarihçesi	Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler
Periyodik Sistemin Özellikler	1.Periyodik Tablo İfadeler Tablosu	İfadeler Tablosu
Kimyasal Türler Arası Etkileşimler- Kimyasal Bağların Tarihi Gelişimi	1.Fikirler ve delillerle yarışan teoriler -Kimyasal Bağlar 2. İyonik Bağların Özellikleri	Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler
Gaz Kanunları	1.Gazlar 2.Buzlu pet şişe 3. Balon aktivitesi	Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler Bir Hikâye ile Yarışan Teoriler İfadeler Tablosu
Çözeltiler (Hal değişimleri)	1.Snowman (Kardan adam)	Fikirler ve Deliller ile Yarışan Teoriler

Argümantasyon öğretimine Periyodik Sistemin Tarihçesi konusu ile giriş yapılmıştır. Periyodik sistemin tarihçesi konusu sınıfta işlenmeden önce öğrencilere periyodik sistemin tarihçesinde yer alan dört farklı periyodik tablo teorisi verilmiştir. Öğrencilere seçtikleri teorilerin geçerli olduğunu savunmaları için nedenler ve deliller ayrıca

sunulmuştur. Öğrencilerden önce hangi teoriyi seçtiklerini belirttikten sonra, verilen nedenleri kullanarak ya da kendi nedenlerini yazarak gerekçelerini ortaya koymaları istenmiştir. Ayrıca öğrenciler hangi teorinin ya da teorilerin neden kesinlikle geçerli olamayacağını da çürütücüler kullanarak açıklamaya çalışmıştır. Bütün argümantasyon öğretimi tartışmalarında öğrenciler önce bireysel olarak çalışmıştır. Bunu ikili grup daha sonra dördü grup tartışması izlemiştir. En son aşamada ise gruplar sınıf içinde birbirleri ile tartışmışlardır.

Bir sonraki etkinlikte öğrencilere Periyodik Tablonun özellikleri ile ilgili ifadeler verilmiştir (İfadeler Tablosu). Öğrencilerden ifadede verilen bilginin doğruluğunu ya da yanlışlığını belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca cevaplarının nedenlerini kanıtlarla açıklamaları da beklenmiştir. Öğrencilerden açıklamalarında kullanmak üzere bilgilere ulaşmak için defterlerini ya da kitaplarını kullanabilecekleri belirtilmiştir.

Kimyasal bağlar konusu işlenirken fikirler ve deliller ile yarışan teoriler tartışma etkinliği uygulanmıştır. Suyun kaynaması ve elektroliz deneyleri üzerine düşüncelerini belirten öğrenciler fiziksel ve kimyasal tepkimeler arasındaki farkları içeren bilgileri (ifadeleri) kullanarak açıklamaya çalıştılar. Ayrıca öğrencilerden molekül düzeyinde suyun kaynamasını ve elektrolizi çizimleri ve yazılı olarak çizdiklerini açıklamaları da beklenmiştir. Kimyasal bağlar konusu dâhilinde uygulanan bir diğer etkinlik ise ‘iyonik bağların özelliği etkinliğidir. Bu etkinlikte öğrenciler verilen delilleri kullanarak iyonik bileşikler türü ile erime noktaları arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmışlardır.

Diğer üç etkinlik gazlar konusu ile ilgilidir. İlk etkinlik ideal gaz denklemi ve gazların kinetik teorisi konularını içeren fikirler ve deliller ile yarışan teoriler etkinliği çerçevesinde oluşturulmuştur. Üç öğrenci sabit hacimli ve pistonlu bir kapta gaz basıncının nasıl değişeceğiyle ilgili görüşlerini açıklamışlar, birbirlerinin görüşlerine katıldıkları ve katılmadıkları yerlerde kanıt kartlarını kullanarak tartışmışlardır. Diğer etkinlikte gaz basıncı ve sıcaklık ilişkisi ile ilgili (Guy-Lussac Kanunu) bir senaryo verilmiştir. Etkinlik hazırlanırken Pabuçcu ve Erduran’ın (2012) hazırladıkları ‘Kimya ve Argümantasyon: Kimyanın Hikâye ve Tartışma Yöntemleri ile Öğretilmesi’ kitabındaki etkinliklerden esinlenilmiştir. Sıcak bir yaz gününde yanlarında buzlu bir pet şişe ile dışarı çıkan iki öğrenci şişeden gelen büzüşme sesiyle irkilirler ve bu durumu kimya bilgilerini kullanarak açıklayabileceklerini düşünürler. Etkinlikte

öğrenciler bu durum ile ilgili verilen farklı senaryoları delilleri kullanarak ayrıntılı bir şekilde açıklamışlar, önce grup içinde daha sonra sınıfta ayrıntılı bir şekilde tartışmışlardır. Bu etkinlikte ayrıca öğrenciler her bir senaryoda verilen durumu moleküler düzeyde çizerek göstermişlerdir.

Gazlar konusu ile ilgili son etkinlikte öğrencilere araştırmacı tarafından yapılan ve videoya çekilen balon deneyi izletilmiştir. Önce öğrenciler verilen açıklamaların deneyi açıklamaya uygun olup olmadığını deliller kullanarak belirtmiştir. İlk soruda deneyi açıklamışlar, diğer iki soruda farklı şartlarda deneyin nasıl ilerleyeceğini tartışmışlardır.

Argüman öğretiminin son etkinliği ısı alışverişi konusu ile ilgilidir. Eriyen kardan adam etkinliği IDEAS projesinden (Osborne, Erduran ve Simon, 2004a) alınmıştır. IDEAS projesi fen derslerinde kullanılmak üzere hazırlanmış, iddiaların, kanıtların ve çürütücülerin kullanıldığı, bilimsel tartışmayı destekleyen senaryolardan oluşan bir etkinlik paketidir. Kardan adam etkinliğinde öğrenciler üzerinde palto olan ve palto olmayan kardan adamlara ne olacağının iki farklı görüş üzerinden tartışılmaktadır. Öğrencilerden ilk önce hangi kardan adamın güneşten gelen ışınların etkisi ile daha önce eriyeceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilere argümanlarında kullanmak üzere kanıt kartları verilmiştir. Öğrenciler hangi görüşü desteklediklerini kanıtlar ve destekleyiciler kullanarak açıklamışlardır. Ayrıca öğrenciler katılmadıkları argümanın neden yanlış olduğunu da çürütücüler kullanarak tartışmışlardır.

3.5. Verilerin Çözümlemesi

Araştırmada elde edilen veriler nitel ve nicel özellikler taşımaktadır. Bu nedenle verilerin analizinde iki farklı yöntem kullanılmıştır. Açık uçlu sorular analiz edilirken hem betimsel hem de içerik analizi kullanılmıştır. Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri yanıtlar öğrenciler arasında ve zamanlar arası karşılaştırma yapılabilmesine olanak vermesi için betimsel analiz yapılmıştır. Özellikle sosyo-bilimsellerin analizinde ideografik analiz kullanılmıştır (Driver ve Erickson, 1983; Kabapınar, 2003). İdeografik analizde kod ve temalar önceden belirlenemez, süreç içinde oluşturulur. Bu çerçevede temalar arası bilimsel kabul edilebilir yanıt/ifadeler yer almayabilir.

Gruplara (bilimin doğası öğretimi grubu, bilimin doğası ve bilimsel tartışma yöntemi öğretimi grubu ve kontrol grubu) farklı öğretim yapılacağı için grupların arasındaki

farklılıkların değerlendirilmesinde ve grupların ön test ve son testlerinin sonuçlarının manidar olup olmadıklarının kontrol edilmesi için parametrik ve non-parametrik testler kullanılmıştır.

Açık uçlu soruların analizinde iç güvenirliği sağlamak için araştırmacı dışında ikinci bir araştırmacı kullanılmıştır. Sorular analiz edilirken örneklem sayısının %20 sini kapsayacak kadar veri önce araştırmacı daha sonra diğer araştırmacı tarafından kodlanmıştır. İki kodlama arasındaki tutarlılık araştırmacı güvenirliği olarak ele alınmıştır. Nitel ve nicel verilerin çözümlenmeleri aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

3.5.1. Nicel Verilerin Çözümlenmesi

Bu araştırmada nicel verileri oluşturan kimya dersi birinci dönem notları, mantıksal düşünme testi ve kimya dersi tutum ölçeğinden elde edilen verilerin analizi için IBM SPSS istatistik programı kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan mantıksal düşünme testi ve kimya dersi birinci dönem notları araştırmaya başlamadan önce grupların denkliliğini belirlemede kullanılmıştır. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) ve kimya dersi birinci dönem notlarından (KDN) elde edilen verilerin normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek için Kolmogorov Smirnov Z testi yapılmıştır. Örneklem sayısının 50'den büyük olduğu durumlarda Büyüköztürk'e (2009) göre, Kolmogorov Smirnov Z testi puanların normalliğe uygunluğunun incelenmesinde kullanılabilir. Hesaplanan p değerinin 0.05'ten büyük çıkması normal dağılım olduğunu göstermektedir. Yapılan analizin neticesinde, verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu analizden sonra veriler normal dağılım gösterdiği için Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarına sadece ön test olarak uygulanan kimya 1. dönem notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi sonuçları arasında fark olup olmadığını görmek için parametrik testlerden ilişkisiz örneklem için tek faktörlü varyans analizi (one way Anova) kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2009).

Öğretim öncesi ve sonrası uygulanan Kimya dersi tutum ölçeğine ait verilerin analizi için önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediğini ölçmek için Kolmogorov Smirnov Z testi yapılmıştır. Daha sonra grupların kimya dersi tutum ölçeği (KTÖ) puanları arasında fark olup olmadığını ölçmek için parametrik testlerden ilişkisiz gruplar için tek faktörlü varyans analizi (one way Anova) kullanılmıştır (Büyüköztürk,

2009). Grupların ön test ve son testleri arasında farklılığı ölçmek için ilişkili grup t testi uygulanmıştır. Ayrıca ikili grupların KTÖ son test puanları arasında fark olup olmadığını test etmek için ilişkisiz grup t-testi uygulanmıştır.

3.5.2. Nitel Verilerin Çözümlemesi

Nitel araştırmalarda araştırmanın ve verilerin özelliklerinden yola çıkılarak var olan analiz yöntemlerini de kullanarak araştırmaya özel bir analiz yöntemi geliştirilmesi beklenmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Alan yazında veri analizi için temel olarak betimleme, analiz ve yorumlamanın önemi vurgulanmaktadır. Genel olarak gözlem, görüşme ve dokümanlardan elde edilen nitel verilerin analizlerinde betimleme yapmak ve temaların ortaya çıkarılması önemlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bunun yanında yorumlama ve temaların anlamlı bir şekilde ilişkilendirilmesi de büyük önem taşımaktadır. Betimsel analizin diğer bir özelliği ise bireylerin görüşünü çarpıcı bir şekilde yansıtmak için doğrudan alıntılara yer verilmesidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bazı durumlarda yüzde gibi sayısal veriler kullanılabilir.

Açık uçlu sorulardan oluşan Bilimin Doğası Görüşleri Ölçeği (VNOS-C) ve bilimsel senaryolarda yer alan soruların analizi için betimsel, ideografik ve içerik analizi kullanılmıştır. Betimsel analizde veriler açık ve sistematik şekilde betimlenir, gerekirse doğrudan alıntılara da yer verilir. Betimlemeler sonrasında açıklanır, yorumlanır ve sonuca ulaşılır. İdeografik analiz kod ve temaların önceden belirgin olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Gerek ideografik gerekse içerik analizinde amaç verileri açıklayacak kavramlara, ilişkilere ulaşmak ve bunları okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Ölçeği-Form C’de bilimin doğası bileşenlerine ilişkin açık uçlu sorular yer almaktadır. Bu soruların analizi sırasında Abd-El-Khalick, Bell ve Lederman (1998) ile Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz’ın (2002) çalışmalarında bilimin doğası hakkındaki *consensus view* olarak adlandırdıkları *uzlaşılmış/ortak görüş* niteliğindeki 7 bileşen analizin çıkış noktasını oluşturmaktadır. Ölçekteki bazı sorular bir bileşenin karşılığı olduğu halde bazı bileşenlere dair görüşlerin ölçülebilmesi için birkaç sorunun birden yanıtlarına bakmak gerekmektedir. Örnek olarak öğrencilerin bilimin deneye ve gözleme dayalı doğası görüşlerini ölçmek için 1, 2 ve 3. sorulardan elde edilen cevaplara başvurulmuştur. Aynı zamanda bu sorulardan elde edilen

cevaplarla öğrencilerin bilimin tanımına dair görüşlerini açıklayan alt temalara ulaşılmıştır. Bu nedenle öğrencilerin görüşleri bilimin doğası bileşenleri açısından incelenirken, belirli bir soru ve ilgili bileşen bazında değerlendirmenin yanı sıra, diğer sorulardan elde edilen kodlar da dikkate alınmıştır. Bu sayede, öğrencilerin ölçeğe verdikleri cevapları daha ayrıntılı ve tutarlı bir şekilde analiz edilebilmiştir.

Öğrencilerin yazılı yanıtları kodlanarak, bunlara ait frekans ve yüzde değerleri belirlenmiştir. Öğrencilerin cevapları bazı durumlarda tek bir kategoriye dahil edilememiş, birden fazla kategoride yer alabilmiştir. Bu yüzden bazı kategorilerde frekansların yüzdesinin 100'den büyük çıktığı görülmektedir. Örnek olarak bilimin ne olduğu sorusuna *“Bilim bence yaşadığımız dünyayı daha iyi anlamak ya da yaşamımızı daha kolaylaştırmak amacıyla yapılan çalışmalardır. İkisini birbirinden ayıran en büyük özellik bence bilimin somut kanıt sunması. Sonuçta felsefe de ve din de, bilim de aynı şeyi açıklıyor ama bilim insanlar için kanıt da sunuyor. Örneğin Dalton ile Demokritus ikisi de atomların var olduğunu söyledi ama Dalton bunu deneylerle kanıtladı.”* cevabını veren öğrencinin bu cevabının bilimin özelliği bileşeninde *“bilim deneylerle kanıtlanabilir olmalıdır”* ve *“hayatı kolaylaştırır, teknoloji insanlığın gelişmesini sağlar”* kodlarına dahil edilmesi uygun görülmüştür.

Sosyo-bilimsel senaryolarda bulunan sorular öğrencilerin argüman, karşı argüman oluşturma ve çürütücü kullanmalarına yönelik hazırlanmış sorulardır. Bilimsel tartışmalar kullanılan bileşenlerine ve niteliğine göre farklı seviyelere ayrılmıştır. Örneğin ortaya konan bir iddia karşısında başka bir iddianın yer aldığı tartışmaların seviyesi en düşük kabul edilmektedir. Gerekçelerin ve verilerin iddiaları doğrulama için nadiren kullanıldığı tartışmalara zayıf tartışmalar, delillerle desteklenen iddiaları içeren ve çürütmelerle karşıt fikirlerin geliştirildiği tartışmalar da kuvvetli tartışmalar olarak tanımlanmıştır. Çürütme içeren tartışmalar, karşıt fikirleri de göz önünde bulundurduğu için kaliteli tartışmalardır. Bir tartışma iddia, gerekçe ve çürütücü içeriyorsa en üst seviyede bilişsel düşünme gerektirdiği düşünülmektedir. (Osborne, Erduran ve Simon, 2004a). Sosyo bilimsel senaryolarda yer alan ilk soru argüman oluşturmaya yöneliktir. Eğer öğrenci geçersiz bir argüman oluşturmuşsa 1 puan, bir argüman varsa 2 puan, birden fazla argüman varsa 3 puan almıştır. Bu puanlama sistemi öğrencilerden karşı argüman kullanmaları beklenen ikinci soru ve çürütücü kullanmaları beklenen 3. Soru

için geçerlidir. Öğrencilerin her bir soru için farklı argüman seviyelerinden alıntılara bulgular bölümünde ayrıntılı bir şekilde yer verilmiştir.

Sosyo-bilimsel senaryolarda yer alan diğer dört soru öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ölçmeye yöneliktir. 4. ve 5. sorular bilimin değişebilir doğası, 6. soru deneysel doğası ve 7. soru ise bilimsel bilginin öznelliği bileşenlerine dair görüşlerini ölçmektedir. Bu görüşleri ölçmek için argüman becerilerini ölçmek için kullanılan ölçütler kullanılmıştır. Öğrenciler yukarıda vurgulanan bileşenler ile ilgili yetersiz görüşe sahip ise 1 puan, bu bileşenler ile ilgili görüşleri değişken ise 2 puan almıştır. Eğer bilimin değişebilir doğası, bilimin deneysel doğası ve bilimsel bilginin öznelliği kavramları ile ilgili görüşleri yeterli bulunduysa 3 puan verilmiştir. Bu yanıtlardan örneklere bulgular bölümünde yer verilmiştir.

3.5.2.1. Nitel Verilerin Sayısallaştırılması

Sayılar veriler her ne kadar nicel araştırma yöntemleri ile ilişkili görülse de nitel veriler de sayılarla ifade edilebilir. Nitel verilerin sayısallaştırılmasının nedenlerinden biri güvenilirliğin artırılmasıdır. İkinci neden ise yanlılığı azaltmaktır. Veri analizin sayısallaştırılmasının diğer sebebi ise analiz sırasında ortaya çıkan kategoriler arasında karşılaştırma yapılmasına olanak sağlamasıdır. Nitel verilerin sayısallaştırılmasında basit yüzde hesapları ve sözcük sıklık hesapları kullanılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Verilerin yorumlanmasında genellikle frekans ve yüzde kullanılır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2009).

Bu çalışmada, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini belirlemek için, yazdıkları ifadeler her bir bilimin doğası bileşeni açısından kodlanmıştır. Bu aşamada, öğrencilerin cevaplarından çıkan anlamlara ve kavramlara göre bir kodlama yapılmıştır. Kodların arasındaki benzerlik, farklılık ve birbiriyle ilişkileri göz önüne alınarak; kodlanan veriler, kategorik olarak düzenlenmiş; yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Analizin son aşamasında ise, düzenlenen veriler, Tsai (2002) ve Lederman, Abd-El-Khalick, Bell ve Schwartz'ın (2002) çalışmasına benzer şekilde, taşıdıkları anlam açısından değerlendirilerek tematik hale getirilmiştir. Temalaştırma işleminde öğrencilerin görüşleri, her bir bileşen açısından yetersiz bulunduysa zayıf (naive), bilimin doğası kavramlarını tam olarak açıklayamıyorsa, açıklamalar kavram

karmaşası içeriyorsa, değişken (eclectic), eğer görüşler bilimin doğası anlayışını yansıtıyorsa bilgili (informed) görüş olarak ayrılmıştır (Tablo 3.13).

Tablo 3.13.'de, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin incelenen her bir bileşen açısından hangi kriterlere göre zayıf, değişken ve bilgili görüş olarak değerlendirildiği açıklanmaktadır (Ağlarcı, 2014).

Tablo 3. 13. Bilimin Doğası Görüşlerinin Değerlendirilme Kriteri

Bilimin Doğası Boyutları	(Tema)	Kategori
Bilimin Özelliği	Zayıf	Bilimsel bilgi nesneldir, evrenseldir, kanıtlanmıştır. Bilim net sonuçlar içerir. Sadece deney ve gözlem sonuçlarına dayanır. Kişisel yorumlardan uzaktır.
	Değişken	Bilim çok yönlüdür (ayırıcı yönleri belirtmemek). <i>Bilim tanımını bilgili görüş kategorisinde yapıp bilimi ayıran özellikler arasında bilimin deneye dayandığı şeklinde ifadeler.</i>
	Bilgili	Bilimsel bilgi kesin değildir, kanıtlanmaz, değişime açıktır. Bilim insanların öznelliği de bilgiye ulaşma sürecini etkiler, doğayı ve çevreyi anlamak için yapılan çok yönlü bir insan etkinliğidir.
Bilimde Deneylerin Yeri	Zayıf	Bilimde deneylerle ispatlanma olur, bilginin doğruluk ve kesinliği belirlenir. Bilimde deneyler mutlak ve gereklidir.
	Değişken	Deney, değişkenlerin kontrolüdür/aralarındaki ilişkinin incelenmesidir (Bilimde deneylerin gerekliliğini vurgulayanlar).
	Bilgili	<i>Doğru bir deney tanımı ile beraber deneyin gerekli olmadığını ve bazı konuların deneyinin yapılmaması şeklinde ifadeler.</i>
Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası	Zayıf	Teorilerin değişmesi zordur. Teoriler değişmez. Teoriler kanıtlanırsa değişmez.
	Değişken	Teoriler değişebilir (gerekçelendirme yok- sağlam bir gerekçelendirme sunmayan).
	Bilgili	Teoriler değişebilir (var olan bilginin yeni bir bilgi ile değişmesi veya yeniden yorumlanması ile).
Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası	Zayıf	Kanunlar kesin olarak doğru kabul edilmiştir. İspatlanmıştır. Değişmez. Değişmesi çok zordur.
	Değişken	Kanunlar değişebilir (gerekçelendirme yok-sağlam bir gerekçelendirme sunmayan).
	Bilgili	Kanunlar değişebilir (sağlam ve tatmin edici bir gerekçe sunanlar).
Bilimsel Teori ve Kanun Arasındaki İlişki	Zayıf	Teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki vardır.
	Değişken	Aralarındaki fark vardır (Farkı açıklamamaları).
	Bilgili	Teori ve kanun farklı türden bilgi kaynaklarıdır. Birbirlerine dönüşmeleri mümkün değildir.
Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki- Atom Yapısının Belirlenmesi	Zayıf	Atom yapısı doğrudan gözlem (mikroskopla vs.) sonucu bulunur. Bilim insanları bu yapıdan kesin emindir.
	Değişken	Atom yapısı henüz gözlenemez fakat ilerleyen zamanlarda teknolojiye bağlı olarak gözlenebilir. Bilim insanları yapıdan henüz emin değildir.
	Bilgili	Atom yapısı gözle görülemez, dolaylı gözlemlerle belirlenir, bu yapı yıllar içinde değişim gösterebilir.
Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki- Biyolojik Türlerin Belirlenmesi	Zayıf	Bilim insanları deney ve gözlem yaparak, sınıflandırma yaparak, yeni türlerin ortaya çıkmayacağından emin olarak biyolojik türlerden emin olurlar.
	Değişken	Bilim insanları tür kavramından kesin olarak emin olamazlar (gerekçe yok).
	Bilgili	Türleri belirleyen özellikler ve tür kavramı bilim insanları tarafından oluşturulur ve bunlar değişebilir.
Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası	Zayıf	Veriler net değildir. Bilim insanları farklı kalıntıları incelemiş olabilir.
	Değişken	<i>Bilim insanlarının farklı düşünce ve hayal güçlerine vurgu yapsalar da hipotezlerin ispatlanmadığı, deneyinin yapılamayacağı veya elde net bir kanıtın olmadığı şeklindeki ifadeler.</i>
	Bilgili	Bilim insanlarının farklı düşünce sistemleri, geçmiş yaşantıları, önceki teorileri ve hayal güçleri aynı verileri farklı yorumlamasını etkiler.
Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı	Zayıf	Bilim evrenseldir. Bilim evrensel olmak zorundadır.
	Değişken	Bilim sosyal ve kültürel değerleri içerse de nihayetinde evrenseldir.
	Bilgili	Bilim bir insan ürünüdür. Sosyal ve kültürel değerleri de yansıtır.
Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası	Zayıf	Bilim insanları çalışmalarının planlama ve tasarım kısmında hayal gücünü kullansa da veri toplama ve analiz kısmında nesneldir, nesnel olmalıdır.
	Değişken	Hayal gücü ve yaratıcılık sadece bilimsel çalışmaların belli aşamalarda kullanılır.
	Bilgili	Bilimsel araştırmalarının her aşamasında kullanılır (örnek veya gerekçelerle açıklamalar).

3.6. Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Bilimsel araştırmalarda en dikkat edilmesi gereken hususlardan biri kullanılan veri toplama araçlarının ve araştırma deseninin geçerliğinin ve güvenirliliğinin dikkatli bir şekilde test edilmesi ve detaylarıyla açıklanmasıdır. Geçerlik kısaca araştırma sonuçlarının doğruluğu ile ilgilidir, güvenirlilik ise araştırma sonuçlarının tekrar edilebilmesini konu edinmektedir (LeCompte ve Goetz, 1982). Nicel araştırmaların geçerlik ve güvenirliliğini ölçmek için ayrıntılı bir şekilde belirlenmiş tanımlar, istatistiksel testler ve yöntemler bu araştırmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Buna rağmen nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlilik için bazı önlemler olsa da nicel araştırmalarda olduğu gibi yaygın olarak kullanılan testler ve yöntemler bulunmamaktadır (Kirk ve Miller, 1986).

Nitel araştırmalarda geçerlik, belirli süreçler yardımı ile bulguların doğruluğu için araştırmacı kontrolünü ifade etmektedir, araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemesi gerekmektedir. Ayrıca araştırmacı elde ettiği verileri ve sonuçları teyit etmek için katılımcı görüşü veya meslektaş görüşü ya da çeşitleme yöntemlerini kullanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nitel araştırmalarda nicel araştırmaların aksine geçerlik güvenirlilikten daha öncelikli durumdadır çünkü bir araştırmada toplanan bilgiler geçerli ise başka bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmalıdır. Ayrıca nitel araştırmalarda yapıları gereği nicel araştırmalarda olduğu gibi bir güvenirlilik standardını yakalamak zor olabilmektedir.

Nitel araştırmalarda geçerliği sağlamak için doğal ortam içinde bilgi toplama, uzun süreli bilgi toplama, ek bilgi toplama olanağının olması, araştırma alanına yakınlık, yüz yüze görüşmeler yoluyla ayrıntılı ve derinlikli bilgiler toplanması yöntemleri uygulanabilir. Ayrıca verilerin ayrıntılı bir şekilde rapor edilmesi ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması nitel bir araştırmada geçerliğin en önemli ölçütleri arasında yer almaktadır. Betimsel analizin kullanıldığı bir araştırmada katılımcıların görüşlerinden doğrudan alıntı vermek ve bunlardan yola çıkarak sonuçları açıklamak geçerlik için önemli unsurlardır (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

3.6.1. İç Geçerlik

Araştırmadan elde edilen bulguların ve sonuçların doğruluğu iç geçerliğin konusudur (Miles ve Huberman, 1994). Katılımcı ve araştırmacı açısından bulguların doğru olup olmadığının belirlenmesine dayanmaktadır (Creswell, 2003). Farklı kaynaklardan bilginin ve temaların tutarlılığının kontrolü (üçgenleme), katılımcıların sonuçları ve raporları kontrol etmesi, araştırmacı yanlılığını açıklığa kavuşturmak için araştırmacının rolünün açıklanması, derinlemesine betimleme yapmak, anlatımın doğruluğunu zenginleştirmek için akran değerlendirmesi ve çalışmaya dahil olmayan bir dış denetçinin çalışmayı kontrol etmesi iç geçerliği sağlamak için kullanılan stratejilerden bazılarıdır. Ayrıca verilerin önceki çalışmalardan elde edilen teorilere bağlanması da iç geçerliğe katkıda bulunmaktadır (Miles ve Huberman, 1994; Johnson, 2014).

Bu çalışmada iç geçerliği sağlamak için hem etkinliklere hem de katılımcıların görüşlerindeki değişime ilişkin ayrıntılı açıklamalar yapılmıştır. Ayrıca, veri ve yöntem çeşitlemesi de yapılmıştır. Öğrencilerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin ve görüşlerindeki değişimin belirlenmesi için açık uçlu sorulardan oluşan iki ölçek verilerin tutarlılığını karşılaştırmak amacıyla kullanılmıştır.

3.6.2. Dış Geçerlik

Araştırma sonuçlarının genellenebilirliği, benzer durumlar ve ortamlara aktarılması ile ilişkilidir (Miles ve Huberman, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2008). Nicel araştırmalarda bu genelleme doğrudan olabilirken, nitel araştırmalarda genelleme dolaylı yoldan yapılabilir. Genellemeler, kurallar şeklinde olmaktan ziyade, deneyimler ve örnekler şeklinde olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışma grubunun ayrıntılı olarak tanımlanması (böylece diğer gruplara uygulanabilirliğinin incelenmesi), araştırma raporunun genellenmesi, örneklemin çeşitlendirilmesi, araştırma sonuçlarının araştırma soruları ile tutarlı olması ile sağlanabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Çalışmada dış geçerliği sağlamak için, sonuç bölümünde, kullanılan etkinliklerin ve içeriğin başka araştırmalarda kullanılabilmesine ilişkin öneriler getirilmiştir. Ayrıca, çalışma grubuna ait ayrıntılı bilgiler de yöntem kısmında açıklanmıştır.

3.6.3. Güvenirlik

Güvenirlik araştırma sonuçlarının inandırıcılığı ile ilgilidir. Nitel araştırmalar doğaları gereği araştırmaların benzer gruplarla tekrarlanmasıyla aynı sonuçlara ulaşmayı

mümkün kılmamaktadır. Nitel araştırmalar her araştırmacının olayları algılama ve yorumlama biçiminin farklı olduğunu kabul ettiği için aynı verileri farklı araştırmacıların farklı yorumlaması oldukça mümkündür. Bu yüzden nitel araştırmalarda birden fazla araştırmacının bir olayı aynı biçimde ölçmesi prensibine dayanan iç güvenirlik kullanılmaktadır. Bunun için birden fazla araştırmacının verileri analiz etmesi ve karşılaştırması beklenir ve bunlar yapılırken kodlamalar arası tutarlık olmasına dikkat edilmelidir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Ayrıca dış güvenirliğin sağlanabilmesi için araştırmacının rolünün açık bir şekilde anlatılması, çalışma grubunun, çalışma ortamının ve sürecin tanımlanması, veri analizinde kullanılan kavramsal çerçevenin tanımlanması, veri toplama ve analiz yöntemi ile ayrıntılı açıklamaların yapılması gibi noktalara dikkat edilmesi gerekir (Miles ve Huberman, 1994). Bu çalışmanın güvenirliğini sağlamak için bir sonraki bölümde yer alan araştırmacı rolü açık bir şekilde anlatılmış, çalışma grubu, çalışma süreci ve veri analizi ayrıntılı bir şekilde tanımlanmıştır. İç geçerliğin sağlanması “Bilimin Doğası” konusunda çalışmalar yapmış ikinci bir araştırmacının da bağımsız biçimde soruları analiz etmesi şeklinde olmuştur. Uygulamaya katılan öğrencilerden 18’inin uygulama öncesi cevapları ve 20 öğrencinin de uygulama sonrası VNOS-C ölçeği cevapları ile yine 20 öğrencinin uygulama sonrası yaptığı sosyo-bilimsel senaryolara verdikleri cevaplar ikinci araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu şekilde, verilerin %20’sinin her iki araştırmacı tarafından analizi yapılmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır. 2. araştırmacı tarafından incelenen veriler rastgele seçilmiştir. Ayrıca 2. araştırmacıdan kararsızlık yaşanan veriler ile ilgili görüş alınmıştır. İki araştırmacının kodlamaları arasındaki tutarlığını belirlemek üzere, ölçekte yer alan her bir soru için, kodlamalar arası uyum yüzdeleri aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994; Kabapınar, 2003). Bu kodlamanın tutarlığı olarak kabul edilmektedir.

$$P = \frac{Na \times 100}{Nt}$$

P: Tutarlık (uyum) yüzdesi (percentage of agreement)

Na: İki kodlamada aynı şekilde kodlanan öğrenci yanıtı sayısı (the number of agreement)

Nt: Kodlanan toplam öğrenci sayısı (total number of coding)

Miles ve Huberman'a (1994) göre; iki kodlama arasında %80 ve üzeri bir tutarlık olduğunda, analizlerin güvenilir olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada da araştırmacılar arasında her iki ölçeğin soruları bazında %85 ile %100 arasında tutarlık yüzdeleri elde edilmiştir ve dolayısıyla yapılan analizin ve çalışmanın güvenilir olduğunu ifade edilebilir.

3.7. Araştırmacının Rolü

Nitel araştırmalarda dış güvenilirliğin sağlanmasının birincil öncülü araştırmacının araştırma sürecindeki konumunu ve yaklaşımını ayrıntılı bir şekilde açıklaması olmalıdır (Yıldırım, Şimşek, 2008). Ayrıca araştırmacının sosyo-ekonomik kökeni, değerleri, kültürel alt yapısı ve önyargıları araştırmacının yorumlayıcı ve gözlemci rolünden dolayı açık bir şekilde tanımlanmalıdır (Cresswell, 2003).

Kimya öğretmenliğimin ilk yıllarından beri öğrencilerimin sınıf içinde aktif olmalarını sağlamak, görüşlerini özgürce ifade edebilecekleri bir öğrenme ortamı yaratmak çabasında oldum. İlk altı yılın sonunda kimya öğretimi ve pedagojik yöntemler ile ilgili geliştirebilmek için Boğaziçi Üniversitesi'nde yüksek lisansa başladım. Yüksek lisansta aldığım pedagojik dersler yapılandırmacı yaklaşım, bilimin doğası anlayışı ve argümantasyon ile tanışmama, aslında sezgisel olarak düşündüğüm öğretim tekniklerinin teorilerini ve uygulama yöntemlerini öğrenmemi sağladı. Bütün bu süreç bilimin doğası konusundaki kavram yanılgılarımı fark etmeme neden olmakla beraber öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişmesinin daha özgürlükçü düşüncelerine, kendilerini bilime ve bilim yapmaya daha yakın hissetmelerine ve kafalarındaki bilimsel anlayış mitlerini yıkmalarına yardımcı olacağını düşünmeme sebep oldu. Aynı şekilde öğrencilerin görüşlerini sınıfta ifade etmelerini sağlayacak, birbirleri ile tartışacak, fikir alışverişinde olacakları bir ortamın oluşması kendi düşüncelerinin farkına varmalarını, kavram yanılgıları ile yüzleşmelerini sağlayacaktı. Bütün bu nedenle doktora çalışmamda görev yaptığım okuldaki öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ve argümantasyon becerilerini geliştirmeyi hedeflediğim bir araştırma planladım. Bu sürecin öğrencilerin bu alanlarda gelişmelerine katkısı kadar benim de bu alanları daha derinlikli öğrenmeme, bilimin doğası kavramlarını ve bilimsel tartışmanın sınıf içi uygulamalarını içselleştirmeme neden olduğunu söylemeliyim. Pilot çalışma ve

uygulama sürecinde, etkinlikleri ben uyguladım. Öğrencilerime yol gösterici olmaya çalıştım, uygulamalar boyunca müdahaleci olmamaya çalışarak, onların keşfetmesini sağlayacak etkinlikler içinde olmalarını sağladım. Sınıf içinde üstlendiğim gözlemci, öğrencileri yönlendirici ve müdahaleci olmayan tutumum verilerin analizinde de bana yol gösterici oldu. Ayrıca bu süreçte araştırmanın geçerliğini etkileyecek durumlardan biri olarak, araştırmacı yanlılığı olabileceği düşünülmektedir. Bu durumu, ikinci bir araştırmacı tarafından verilerin yorumlanması ile önlemeye çalıştım. Elde edilen verilerin başka araştırmacılar tarafından da farklı anlamlar çıkartılarak yorumlanmaya açık olması yüzünden bulgular kısmında, öğrencilerin cevaplarını alıntılar şeklinde verdim. Bu alıntılardan sonra, verilerin yorumlanması ve bilimin doğası görüşlerinin temalara ayrılması işlemlerini uyguladım. Ayrıca senaryolarda yer alan argüman, karşı argüman ve çürütücü kullanma seviyelerini nasıl belirlediğimi göstermek için öğrencilerin cevaplarından alıntılara bulgular kısmında yer verdim.

3.8. Etik Değerler

Bilimsel çalışmaların basamaklarında etik değerlere uygun şekilde davranmak, araştırmacıların dikkate almaları gereken bir konudur (Creswell, 2003). Bu çalışmada da bu değerleri göz önünde bulunduran bir yol izlenmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilere çalışmanın amacı ve yapılacakları hakkında bilgi verildikten sonra, yazdıklarının hiçbir şekilde okul notlarını etkilemeyeceğini, düşüncelerini hiçbir şeyden çekinmeden, özgürce ifade etmelerinin çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca öğrencilere çalışmanın değerlendirilmesi sürecinde isimlerinin gizli tutulacağı ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bu nedenle çalışma boyunca öğrencilerin isimleri yerine numaralar kullanılmıştır. Diğer araştırmacılar tarafından veriler incelenirken de katılımcıların isimleri gizli tutulmuştur.

BÖLÜM IV. BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde nicel ve nitel verilerin analizi yapılacaktır.

4.1. Araştırmaya Katılan Grupların Eşdeğerliğini Gösteren Nicel Verilerin Analizi

Grupların eşdeğerliği için kullanılan Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi (MDYT) ve Kimya Dersi 1. Dönem notlarının (KDN) analizinde normal dağılım gösterip göstermediklerini belirlemek için Kolmogorov Smirnov Z testi kullanılmıştır. Ayrıca veriler normal dağılım gösterdiği için Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 gruplarının 1. Dönem kimya dersi notları ve mantıksal düşünme yeteneği testi sonuçları arasında fark olup olmadığını görmek için parametrik testlerden ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü varyans analizi (one way Anova) kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2009).

Tablo 4.1. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin (Kontrol, Deney1, Deney2) Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları Dağılımının Kolmogorov-Smirnov Z Testi Sonuçları

Test	Kimya Dersi 1. Dönem Notları			Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi		
Grup	Kontrol	Deney 1	Deney 2	Kontrol	Deney 1	Deney 2
N	29	29	29	29	29	29
Kolmogorov-Smirnov Z	0,023	0,728	0,703	0,807	1,138	1,295
P	0,822	0,664	0,706	0,553	0,150	0,664

Yukarıdaki tablo 4.1’de yer alan kontrol, deney1 ve deney2 gruplarının kimya dersi 1. dönem notlarının (KDN) Kolmogorov Smirnov Z değerleri sırasıyla 0,023, 0,728 ve 0,703 iken buna karşılık gelen anlamlılık seviyesi 0,822, 0,664 ve 0,706 olarak bulunmuştur. Aynı şekilde kontrol, deney1 ve deney2 gruplarının MDYT verilerinin Kolmogorov Smirnov Z değerleri sırasıyla 0,807, 1,138 ve 1,295 iken buna karşılık gelen anlamlılık seviyesi 0,553, 0,150 ve 0,664 olarak bulunmuştur.

Anlamlılık seviyelerinin, araştırmada istatistiksel anlamlılık olarak kabul edilen 0,05’ten büyük çıkması grupların eşdeğerliğini belirlemek için kullanılan KDN ve MDYT verilerinin normal dağılıma sahip olduğunu göstermektedir.

Araştırmada yer alan grupların eşdeğerliğini belirlemek için kullanılan KDN ve MDYT puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının bulunması için parametrik testlerden

ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü varyans analizi (one way Anova) kullanılmıştır ve elde edilen bulgular aşağıda yer alan Tablo 4.2’de sunulmaktadır.

Tablo 4. 2. Çalışma Grubundaki Öğrencilerin (Kontrol, Deney1, Deney2) Kimya Dersi 1. Dönem Notları ve Mantıksal Düşünme Yeteneği Puanları ANOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi	Gruplar arası	17,067	3	5,689	2,047	,111
	Grup içi	308,463	111	2,779		
	Toplam	325,530	114			
Kimya Dersi 1. Dönem Notu	Gruplar arası	339,591	3	113,197	,321	,810
	Grup içi	39131,940	111	352,540		
	Toplam	39471,530	114			

Analiz sonuçları kontrol, deney 1 ve deney 2 gruplarının Kimya dersi 1 dönem notları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir, $F(3,111)=2,05$, $p>0,05$. Grupların MDYT puanları incelendiğinde puanların arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur $F(3,111)=0,32$, $p>0,05$. Bu bulgu sonucunda gruplar rasgele atanmıştır.

4.2. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri

Çalışma grubunda bulunan öğrencilerin (Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 grupları) uygulama öncesi bilimin doğası görüşlerine aşağıda yer verilmiştir.

Öğrencilerin **uygulama öncesi** bilimin doğasına ilişkin görüşleri;

- Bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden elde edilen verilere dayalı doğası,
- Teori ile kanun arasındaki ilişki,
- Bilimsel teori ve kanunların değişebilir doğası,
- Gözlem ile çıkarım arasındaki ilişki,
- Bilimsel bilginin teori yüklü doğası,
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı,

- Bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası

olmak üzere yedi boyut halinde sunulmaktadır.

4.2.1. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Deney ve Gözlemlerden Elde Edilen Verilere Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri

Öğrencilerin bu boyuta ilişkin görüşleri; Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Ölçeği-Form C'deki (VNOS-C) birinci, ikinci ve üçüncü sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda ortaya konmuştur. Birinci soruda bilimin tanımını yapmaları ve bilimi, diğer sorgulama disiplinlerinden (felsefe, din gibi) ayıran yönlerini belirtmeleri istenmiştir. Bu bölümün analizi her bir grup için (kontrol grubu, deney1, deney2, grupları) ayrı ayrı yapılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.3'de sunulmaktadır¹.

Tablo 4.3. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Yeni şeyler keşfetmek/insanların hayatını kolaylaştırmak	12	%41
Dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklamak	11	%38
Bir bilgiyi deney ve gözlemlerle kanıtlamak	15	%52

Kontrol grubundan 15 öğrenci (%52), bilimi, bir bilgiyi deney ve gözlemlerle kanıtlamak olarak ifade etmiştir. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim bir veriyi ya da bilgiyi **deneylerle ve gözlemlerle kanıtlayabilmektir**. Yeni şeyler keşfetmek, merak etmektir...” Ö3²*

*“Bilim yaşadığımız, gördüğümüz ve bildiğimiz **her olayın ispatlanabilir verilerle açıklanması** veya açıklanmaya çalışılmasıdır...” Ö5*

¹Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100'den fazla olmaktadır.

² Ö3; 3 sayısı verilerek kodlanan kontrol grubu öğrencisini ifade eder.

*“İnsanların çevrelerinde olan biteni merak edip **gerek deney yaparak gerekse gözlem yaparak anlamaya çalışıp, başka şeylerle ilişkilendirmesine bilim denir...**”*

Ö23

Ö3 bilimde bir verinin ya da bir bilginin deney ve gözlemle kanıtlanabildiğini belirtmiş felsefe ve dinde bunun olmadığını söylemiştir. Ö5 çevremizdeki olayların verilerle ispatlanması ve açıklanmasını bilim olarak tanımlamıştır. Diğer bir öğrenci Ö23 ise bilimi insanların çevrelerindeki olaylara karşı duydukları merak ile deney ve gözlem yaparak anlama çabası olarak ifade etmiştir.

Kontrol grubundan 12 öğrenci (%41) bilimi yeni şeyler keşfetmek veya insanların hayatını kolaylaştırmak için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim; insanların **hayatını kolaylaştıran** şeyler bulmak demektir. **Buluşlar geliştirerek** insan hayatına katmak demektir...”* Ö2

*“Bilim; bütün dünyada insanların **uğraşlarıyla teknoloji, sağlık gibi alanlarda kaydedilen gelişmelerdir...**”* Ö7

*“Bilim insanın doğası gereği **ihtiyacı ve merakından doğmuştur...**”* Ö6

Ö2 bilimi insanın hayatını kolaylaştıran buluşlar geliştirmek olarak tanımlarken, Ö7 bilimi insanların teknoloji sağlık gibi alanların gelişimine olan katkılarını olarak tanımlamıştır. Ö6 ise pozitif bilimlerin insanların ihtiyaçlarından ve merak duygusundan doğduğunu belirtmiştir.

Kontrol grubundan 11 öğrenci (%38), bilimi, dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklamak olarak ifade etmiştir. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim; evrende gerçekleşen olayların **nasıl ve neden gerçekleştiğinin araştırılmasıdır...**”* Ö4

*“Bilim **maddenin, dünyanın nasıl oluştuğunu açıklamak için vardır...**”* Ö14

*“Bilim her konu hakkında **bilgi edinmek için yapılan araştırmaların genel adıdır...**”* Ö25

Ö4 bilimi merak duygusunun etkisi ile evrende gerçekleşen olayların nasıl ve neden gerçekleştiğinin araştırılması olarak tanımlamıştır. Ö14 bilimin maddenin

ve dünyanın nasıl oluştuğunu nedenleri ile açıkladığını, kanıtlarla bu açıklamaları desteklediğini belirtmiştir. Ö25 bilimi her konu hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlayan bir araç olarak tanımlamıştır.

Deney 1 grubu öğrencilerinin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.4'te sunulmaktadır³.

Tablo 4.4. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
İnsanlığın gelişmesini sağlar/insanların hayatını kolaylaştırmak	7	%24
Dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklamak/keşfetmek	12	%41
Deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir olaylardır/kanıtlanan bilgilerdir	17	%57

Deney 1 grubundan 17 öğrenci (%57), bilimi, deney ve gözlemlerle kanıtlanabilir olaylar ya da bilgiler olarak tanımlamıştır. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

“.....tamamen gözleme dayalı somut ve kanıtlanabilir kavramlar içeren bir daldır.” Ö43

“Bilim bir teorinin çeşitli deneyler yardımıyla kanıtlanarak gerçekçi ve kabul edilebilir olmasıdır” Ö50

“Bilim bazı konular hakkında yapılan araştırmaların öne sürülen hipotezlerin ve deneylerin tümüdür...” Ö52

Ö43 bilimin felsefe ve din gibi soyut anlamlar taşımaksızın gözleme dayalı, somut ve kanıtlanabilir kavramlar içerdiğini belirtmiştir. Ö50 bir teorinin deneyler ile kanıtlanmasını bilim olarak tanımlamıştır. Ö52 bilimin bir konu ile ilgili yapılan araştırmalar, öne sürülen hipotezler ve deneylerden, bir başka deyişle kanıtlanmış bilgilerden oluştuğunu söylemiştir.

³Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100'den fazla olmaktadır.

Deney 1 grubundan 7 öğrenci (%24), bilimin insanlığın gelişmesine katkı sağladığını ve hayatlarını kolaylaştırdığını düşündüklerini belirtmiştir. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bilim, insanların hayatlarındaki zorluklara karşı geliştirdikleri teknolojik aletlerin veya buluşların bütünüdür.” Ö36

“Canlıların hayatlarını değiştirebilen, teknolojik aletler üretebilen, insanlara çalışma olanağı sağlayan bir daldır...” Ö45

Ö36 ve Ö45 bilimin insanların hayatlarını değiştirdiğini, teknolojinin insanların hayatını kolaylaştırdığını belirtmiştir.

Deney 1 grubundan 12 öğrenci (%41), bilimin dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunun açıklanması, keşfedilmesi olarak tanımlamışlardır. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bilim yaşanan ve var olan olayları açıklığa kavuşturan, onları inceleyen bilim dalıdır...” Ö30

“Bilim insanların birçok konu hakkında sorularına cevap verebilecek evrensel bir terimdir...” Ö47

Ö30 bilimin yaşadığımız olayları açıkladığını, açıklamaların sayısal verilere dayanmasını gerektiğini belirtmiştir. Ö47 bilimin insanların sorularına cevap veren evrensel bir kavram olduğunu söylemiştir.

Deney 2 grubu öğrencilerinin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.5’te sunulmaktadır⁴.

Tablo 4.5. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Merak duygusu ile doğar, yeni şeyler keşfetmektir/ teknoloji/ sürekli gelişir.	10	%34
İnsanları bilgilendirmek için yapılan araştırmalar ve çalışmalardır.	12	%41
Deney, gözlem ve araştırma sonuçlarına bağlı olaylardır.	14	%48

⁴Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den fazla olmaktadır.

Deney 2 grubunda 10 öğrenci (%34), bilimin merak ve ihtiyaçlar doğrultusunda doğduğunu, teknoloji ve yeni buluşlarla sürekli geliştiğini belirtmiştir. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim, genellikle insanların **merak veya ihtiyaçları doğrultusunda** ortaya çıkan, **kanıtlanabilir** olaylar bütünüdür...” Ö77*

*“Bilim insanların **teknoloji ve sanayi alanlarında ilerleyebilmesine**, yeni **buluşların oluşmasına** yardım eden dalların genel adıdır...” Ö87*

Ö77 bilimin insanların merak ve ihtiyaçları sonucu doğduğunu ve kanıtlanabilir bilgilerden oluştuğunu söylemiştir. Ö87 ise bilim sayesinde teknoloji ve sanayi alanında ilerlemenin sağlanabildiğini ve bilimin yeni buluşların oluşmasına katkı sağladığını ifade etmiştir.

Deney 2 grubunda 12 öğrenci (%41), bilimi insanları bilgilendirmek için yapılan araştırmalar ve çalışmalar topluluğu olarak tanımlamıştır. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim, insanları **her alanda bilgilendirmek için yapılan çalışmalar**, öne sürülen bilgilerdir...” Ö65*

*“Bilim, insanın **evrendeki olayları inceleyerek açıklamasını sağlayan** bir olaydır ...” Ö61*

*“.....bilim günlük yaşantımızda bize ışık tutar. Evrendeki **döngüyü ve düzeni daha iyi anlamamıza yardımcı olur.**” Ö62*

Ö65, Ö61 ve Ö62 bilimin insanları bilgilendirmek için yapılan çalışmalar olduğunu, bilim sayesinde evrendeki olayların açıklanabildiğini ve bizlerin günlük yaşantısına ışık tuttuğunu, olanları daha iyi anlamamıza yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Deney 2 grubunda 14 öğrenci (%48), bilimi deney, gözlem ve araştırma sonuçlarına dayanan olaylar olarak tanımlamıştır. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim, **deney ve gözleme dayanan çalışmaların bütününe** denir...” Ö80*

*“Bilim, insanın evren hakkında bildiklerini, **deney ve bunun gibi bilimsel yollarla** test etmesidir...” Ö70*

“Bilim insanların doğadaki merak ettikleri birçok şeyi çalışmalar ve yapılan deneyler sonucu ortaya koymalarıdır...” Ö75

Ö80, Ö70 ve Ö75 bilimin deney ve gözleme sonucu ortaya çıkan çalışmalar olarak tanımlamıştır. İnsanların çevrelerindeki olayları deneylerle test ettiklerini vurgulamışlardır.

Bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran farklara ilişkin kontrol grubunun verdiği cevaplar Tablo 4.6’da sunulmaktadır⁵.

Tablo 4.6. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Araştırma, deney ve gözlem yapma	5	%17
Kesin sonuçlar içerir	5	%17
Nesnel ve evrensel bilgiye dayanır	8	%28
Somut kavramlarla ilgilidir, niceldir	3	%10
Kanıt içerir	6	%21

Kontrol grubu öğrencilerinden sekizi (n=8, %28), bilimin diğer disiplinlerden farkının, nesnel ve evrensel bilgiye dayanması olduğunu söylemiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

*“Bilim **nesnel bilgi** verir ama felsefe vb. gibi konular öznel ve sanat için yapılmıştır...” Ö17*

*“Bilimi diğerlerinden ayıran özellik bilim insanların **evrensel yöntemler** kullanmalarıdır...” Ö25*

Kontrol grubu öğrencilerinden altısı (n=6, %21), bilimin diğer disiplinlerden farkının kanıt içermesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

*“Bilim **doğruluğu kanıtlanan bilgilerle oluşur**, diğer dallar ise inanca düşünceye dayanır, kanıt içermek zorunda değildir...” Ö4*

⁵ Öğrencilerin tümü bilimi diğer disiplinlerden ayıran özellikler nedir sorusuna cevap vermemiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den az olmaktadır.

Kontrol grubu öğrencilerinden beşi (n=5, %17), bilimin diğer disiplinlerden farkının, araştırma, deney ve gözleme bağlı olması olduğunu, diğer beş öğrenci (n=5, %17) ise bilimin diğer bilimlere göre farkının kesin sonuçlar içermesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

*“Bilimi diğer dallardan ayıran özelliği **deney ve gözleme dayanması** bir bakıma da nesnel olmasıdır...”* Ö21

*“Bilim **kesinlik içerirken** din inanca bağlıdır. Bilim bir sonucu **nedene dayandırarak kanıtlar** ile bunu desteklemeyi amaçlar...”* Ö14

Kontrol grubu öğrencilerinden üçü (n=3, %10), bilimin diğer disiplinlerden farkı somut kavramlarla ilgili ve nicel olmasıdır demişlerdir. Konu ile ilgili cevaplardan iki örnek aşağıda verilmiştir:

*“..... Bilimi diğerlerinden ayıran en önemli özellik bilimde var olan **somut şeylerle uğraşılırken** diğerlerinde düşünceler konu alınır.”* Ö16

*“Bilim **nicel** bir kavramdır...”* Ö23

Kontrol grubu öğrencileri felsefe ve din gibi disiplinlerin inanca ve düşünceye bağlı olduklarını, yoruma açık olduğunu ve insanların hayata bakışını incelediklerini belirtmiştir. Bunlara ek olarak bu kavramların soyut kavramlar olduklarını, öznel fikirlerden oluştuklarını ve kesinlik bildirmediğini de eklemişlerdir

Bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran farklara ilişkin deney 1 grubunun verdiği cevaplar Tablo 4.7’de sunulmaktadır⁶.

Tablo 4.7. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözleme dayanır	6	%21
Kesin sonuçlar içerir	11	%38
Evrenseldir	1	%4
Gelişebilir	4	%14
Kanıt içerir	9	%31

⁶ Öğrencilerin tümü bilimi diğer disiplinlerden ayıran özellikler nedir sorusuna cevap vermemiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den az olmaktadır.

Deney 1 grubu öğrencilerinden 11 tanesi (n=11, %38), bilimin diğer disiplinlerden farkının kesin sonuçlar içermesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

*“Bilimi diğerlerinden ayıran özelliklerden biri diğerleri gibi tamamen bireyin kendi doğrusu ispatlamak değil, o konu hakkında **en doğru bilgiyi bulmaktır...**”*

Ö31

*“Bilimi diğerlerinden ayıran pek çok özelliği vardır. Bunlardan biri sayısal verilerden yararlanılmasıdır, mutlaka hipotezin **doğruluğu sağlanması gerekir ...**”*

Ö30

Deney 1 grubu öğrencilerinden dokuzu (n=9, %31), bilimin diğer disiplinlerden farkının kanıt içermesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaç örnek aşağıda verilmiştir:

*“.....Bilim **kanıtlanabilir olduğunda** diğerlerinden ayrılır.”* Ö36

*“.....Bilim diğerleri gibi (felsefe, din vb.) düşünceye dayalı değildir. Her fikrin, düşüncenin ardında sizi haklı çıkaracak **bir ispatınız olmalıdır.**”* Ö50

Deney 1 grubu öğrencilerinden altısı (n=6, %21), bilimin diğer disiplinlerden farklı olarak deney ve gözleme bağlı olmasını belirtmiştir. Dört öğrenci (n=4, %14) bilim gelişebilir olmasıyla diğer bilimlerden (felsefe, din) farklıdır demiştir. Deney 1 grubundan sadece bir öğrenci bilimin evrenselliği açısından felsefe, din gibi alanlardan farklı olduğunu belirtmiştir. Yukarıda belirtilen kavramlar ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

*“.....bence bilim felsefe, din gibi soyut anlamlar taşımaksızın **tamamen gözleme dayalı, somut kavramlar içeren bir daldır.**”* Ö43

*“.....Bilimi felsefe ve din gibi alanlardan ayıran özellikler ise **bilimin geliştirebilir olması, sonu olmamasıdır.**”* Ö53

*“.....Bilim **evrensel ve daha gerçekçi** olduğu için diğerlerinden ayrılır.”* Ö47

Deney 1 grubu öğrencileri felsefe ve din gibi kavramların bilim ile karşılaştırıldığında soyut kavramlar içerdiklerini, duygular üzerine kurulduklarını ve yoruma bağlı

olduklarını belirtmişlerdir. Bir öğrenci felsefe ve dinde bilimden farklı olarak farklı görüşler olabileceğini belirtmiştir.

Bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran farklara ilişkin Deney 2 grubunun verdiği cevaplar Tablo 4.8’de sunulmaktadır⁷.

Tablo 4.8. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Araştırma, gözlem ve deney yapma	6	%21
Kesin sonuçlar içerir	9	%31
Nesneldir	4	%14
Değişebilir	2	%7
Kanıt içerir, ispatlanabilir	6	%21

Deney 2 grubu öğrencilerinden altısı (n=6, %21), bilimin diğer disiplinlerden farkını, araştırma, deney ve gözleme dayanması olarak ifade etmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

“Felsefi bir deneyi gözle göremezsiniz ama düşünebilirsiniz, bilimsel bir olayı ise deneylerle gözlemleyebilirsiniz...” Ö77

“Bilim araştırmaya ve sayısal verilere dayalı olduğu için farklıdır...” Ö74

Deney 2 grubu öğrencilerinden altısı (n=6, %21), bilimin diğer disiplinlerden farkı kanıt içermesi, ispatlanabilir olmasıdır demiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

*“...bilimi diğerlerinden ayıran özellik gerçekliği **ispatlanabilir ve somut** olmasıdır.” Ö75*

Deney 2 grubu öğrencilerinden dokuz öğrenci (n=9, %31) ise bilimin diğer bilimlere göre farkının kesin sonuçlar içermesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

*“Bence **bilim kesinliktir**. Örneğin din, felsefe vb. konular her insan için değişebilir. Fakat bilim her yerde aynıdır...” Ö63*

⁷ Öğrencilerin tümü bilimi diğer disiplinlerden ayıran özellikler nedir sorusuna cevap vermemiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den az olmaktadır.

“.....Bilimde her şey **kesindir** fakat din vb. tartışılabilen kavramlardır...” Ö87

Deney 2 grubu öğrencilerinden dördü (n=4, %14), bilimin diğer disiplinlerden farkının, nesnel bilgiye dayanması olduğunu söylemiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

“Bence bilimi diğerlerinden ayıran en büyük özellik **nesnel olmasıdır**...” Ö61

Deney 2 grubu öğrencilerinden ikisi (n=2, %7), bilimin diğer disiplinlerden farkının değişebilir olmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

“Bilimde **her şey her zaman değişebilir** ve bazen bildiğimiz şeyler yanlış olabilir felsefe, din gibi konular önceden belirlenmiştir, değiştirilemez...” Ö82

Deney 2 grubu öğrencileri ayrıca felsefe ve din gibi kavramların duygularla ilişkili olduklarını, soyut kavramlar olduklarını, kişisel görüşlere dayandıklarını ve kanıtlanmalarına gerek olmadığını belirtmişlerdir.

VNOSC Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeğinin 1. Sorusunun ikinci bölümünde bilim insanların kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorulmuştur. Kontrol grubunun bu soruya verdiği cevaplar Tablo 4.9’da sunulmaktadır.

Tablo 4.9. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	27	%93	“Bütün dünyada yöntem aynıdır. Merak edersin, deney yaparsın, gözlemlersin ve sonuca ulaşırsın.” Ö3
Evrensel bir yöntem yoktur	2	%7	“Bence yoktur. Bilimin ve buluşların ihtiyaçtan ve meraktan doğduğuna inanıyorum.” Ö26

Deney 1 grubunun bilim insanların kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorusuna verdiği cevaplar Tablo 4.10’da sunulmaktadır.

Tablo 4.10. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	27	%93	<i>“Bilim insanları bir konu hakkında çalışırken, araştırır gözlem ve deney yaparak konu ile ilgili sonuca varır. Yani bilim insanları; araştırma gözlem ve deneyden yararlanan evrensel bir bilimsel yöntem kullanırlar” Ö31</i>
Evrensel bir yöntem yoktur	2	%7	<i>“Bence yoktur. Her bir bilim insanı kendi yöntemini bulur.” Ö36</i>

Deney 2 grubunun bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorusuna verdiği cevaplar Tablo 4.11’de sunulmaktadır.

Tablo 4.11. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	27	%93	<i>“Bilim insanlarının kullandıkları bilimsel araştırma basamakları vardır. Bilim insanları bu basamaklardaki kurallara uygun olarak hareket ederler” Ö61</i>
Evrensel bir yöntem yoktur	2	%7	<i>“Bence yoktur. Çünkü bilim sürekli kendini yeniler yeni yöntemler bulur” Ö67</i>

Öğrencilerin bilime dair yaptıkları tanımlar ve bilimi diğer disiplinlerden ayıran farklarına ilişkin cevaplarından elde edilen boyut bilimin tanımı olarak adlandırılmıştır. Ön test sonuçlarına göre öğrencilerin bu boyuta ilişkin görüşlerinin genel olarak zayıf olduğu söylenebilir. Tablo 4.12’de kontrol grubu öğrencilerinin bu boyuta dair görüşlerinin yeterliğine ait, frekans ve yüzdelere ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine ile birlikte yer verilmektedir:

Tablo 4.12. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Kontrol Grubunun Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“...Bilim gerçekçidir. Kesin bilgilerle, doğruluğu kanıtlanan bilgilerle oluşur...” Ö4</i>
Değişken	1	%3	<i>“...Bilimde bir bilginin kesinlikle kanıtı olmak zorundadır. Evrensel bir bilimsel yöntem yoktur. İki grup bir veriye bakarak farklı sonuçlara varabiliyor ...” Ö 12</i>
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.13’de deney 1 grubu öğrencilerinin bilimin tanımı boyutu görüşleri ile ilgili temalara ait, frekans, yüzdeler ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine yer verilmektedir:

Tablo 4.13. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 1 Grubunun Sonuçlar

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“Bilim bir teorinin çeşitli deneyler yardımı ile kanıtlanarak gerçekçi ve kabul edilebilir olmasıdır. Bilim felsefe ve din gibi düşünceye bağlı değildir...” Ö50</i>
Değişken	1	%3	<i>“...Bilim insanların hayatlarındaki zorluklara karşı geliştirdikleri teknolojik aletlerin veya buluşların tümüdür...” Ö36</i>
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.14’de deney 2 grubu öğrencilerinin bu boyuttaki temalara ait, frekans, yüzdeler ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine yer verilmektedir:

Tablo 4.14. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 2 Grubu Sonuçlar

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	27	%93	<i>“Bence bilim doğruluğu kanıtlanmış ve kesin bilgiler içeren objektif bir daldır...” Ö71</i>
Değişken	2	%7	<i>“...Bilim insanların merak ettikleri konuları araştırarak yeni şeyler bulmalarınıdır...” Ö64</i>
Bilgili	-	-	-

VNOS C ölçeğinin ikinci sorusunda, kontrol grubu öğrencilerinden deneyin tanımını yapmaları istenmiştir. Sorunun ilk kısmında öğrencilere deneyi değişkenlerin kontrolü

mü yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendirdikleri sorulmuştur. Bu soruya ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.15 ve 4.16’da gösterilmiştir.

Tablo 4.15. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	18	%62
Genel prosedürlerdir	3	%10

Tablo 4.16. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Hipotezi, varsayımı kanıtlama/doğruluğunu ispatlama	18	%62
Bilgi edinmek için yapılır/ bir durumu açıklamak için kullanılır	7	%24
Deneme yanılma yöntemi ile yapılan araştırmalar	3	%10
Gözlemlerdir	3	%10

Kontrol grubu öğrencilerinden 18 kişi (%64), deneyin bir hipotezi ya da varsayımı kanıtlamak, doğruluğunu ispatlamak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden iki alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney, bir varsayımı **kanıtlamak için** yapılır. Deney yaparken önceden kanıtlanmış doğruluğu kesinleşmiş veriler kullanılır...” Ö2*

*“Deney uygulama yoluyla yapılan bilime destek olma eylemleridir. Deneyler ile bazı **bulgular kanıtlanabilir ...**” Ö22*

Kontrol grubu öğrencilerinden 7 kişi (%24), deneyin bilgi edinmek için veya bir durumu açıklamak yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney insanların **bir şeyi öğrenmek, denemek, fikir sahibi olmak ve günlük hayata uyarlamak için yaptıkları çalışmalarıdır...**” Ö23*

Kontrol grubu öğrencilerinden 3 kişi (%10), deneyin deneme yanılma yöntemi ile yapılan araştırmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney bir düşünce, fikir, konu hakkında çeşitli araştırmalar **deneme** yanılmalarıdır...” Ö13*

Kontrol grubu öğrencilerinden 3 kişi (%10), deneyin yapılan gözlemler olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney merak ettiğimiz konu hakkında bilgilerimiz ile yaptığımız **gözlemlerdir...**” Ö1*

Sorunun ikinci kısmında kontrol grubu öğrencilerine bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.17’de gösterilmiştir.

Tablo 4.17. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel bir Teoriyi ya da Hipotezi Nasıl İspatlarsınız Sorusuna Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney yaparak ispatlarız, kanıt buluruz	18	%62
Değerlendirmek, araştırma ve deney yaparak	7	%24
Farklı bilim insanların yaptıkları deneylerle kanıtlamaları gerekir	1	%3
Bilim adamları ve halk onaylamalı	1	%3
Kanıt bulmak gereklidir	2	%7

Kontrol grubu öğrencilerinden 18 kişi (%62), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin, deney yaparak ve kanıt bularak ispatlandığını ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teoriyi ya da hipotezi deneyler yaparak ispatlarız. İddiayı ispatlamak için doğruluğunu **kanıtlayacak kadar kanıt ya da deney gereklidir...**” Ö12*

Kontrol grubu öğrencilerinden 7 kişi (%24), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için değerlendirme, araştırma ve deney yapmanın gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teori veya hipotezi ispatlamak için önce onu hakkında bilgi sahibi olmalı, teorinin ya da hipotezin doğruluğunu, yanlışlığını bilip o yönde ilerlemek gerekir. Bence bilimsel bir iddiayı ispatlamak için belirli sayıda kanıt veya deney yoktur, **deneyler yapıldıkça kanıtlar oluşur...**” Ö10*

Kontrol grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), bilimsel bir teorinin ispatlanması için farklı bilim insanlarının yaptıkları deneylerle kanıtlamaları gerektiğini belirtmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrenciden alıntıya yer verilmiştir.

*“..... o teorinin de **kanıtlanabilmesi** birçok bilim insanının aynı fikirde olması ve yaptıkları deneylerinin aynı sonuçta çıkması gerekir...” Ö16*

Kontrol grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için bilim insanlarının ve halkın onayının gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Teori ya da hipotez halk ve bilim adamları tarafından kabul görene kadar ve nesnel bir yargı oluşana kadar **kanıtlar ortaya konulmalıdır...**” Ö19*

Kontrol grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için kanıt bulunmasının gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teori veya hipotez içindeki merakı göre daha çok **kanıt elde etmeye çalışırım**, her teori ya da hipotez için geçerli değil...” Ö29*

İkinci soru için deney 1 grubu öğrencilerinin deney tanımını ile ilgili açıklamaları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Sorunun ilk kısmında öğrencilere deneyi değişkenlerin kontrolü mü yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendirdikleri sorulmuştur. Bu soruya ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.18 ve 4.19’da gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	21	%72
Genel prosedürlerdir	5	%17
Her ikisi birden	3	%17

Tablo 4.19. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu⁸.

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Hipotezin/düşüncenin/bilginin doğruluğunu ispatlama	14	%48
Bilgi edinmek için yapılır	3	%10
Sonuca deneme yanılma yöntemi ile ulaşma	1	%3
Hipotezi teoriye çevirmek için yapılır	2	%7
Var olan bir bilgiyi çürütmek için yapılır	1	%3

Deney 1 grubu öğrencilerinden 14 kişi (%48), deneyin bir hipotezin, düşüncenin veya bir bilginin doğruluğunu ispatlamak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden iki alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney, **hipotezi kanıtlamak** ya da sonucunda bir şey elde etmek için yapılan çalışmalardır...” Ö30*

*“Deney, bir düşüncenin ispatlanması için onun **gözlemine ve değerlendirmesini** yapmaktır...” Ö32*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 3 kişi (%10), deneyin bilgi edinmek için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney, belirli bir konu hakkında **bilgi edinmek için yapılır...**” Ö56*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), deneyin sonuca deneme yanılma yöntemi ile ulaşmak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney, adı üstünde denemekten gelir, bir nevi **deneme yanılmadır...**” Ö41*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), deneyin hipotezi teoriye çevirmek için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney, herhangi bir **hipotezi kanıtlamak, açıklamak ya da teoriye çevirmek için yapılan çalışmalardır...**” Ö57*

⁸Öğrencilerin tümü deney nedir sorusuna ayrıntılı cevap vermemiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den az olmaktadır.

Deney 1 grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), deneyin var olan bir bilgiyi çürütmek için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda öğrencinin yanıtı yer almaktadır.

“Bir deney yapılır daha sonra başka birinin yaptığı deney var olan deneyi çürütebilir...” Ö48

Sorunun ikinci kısmında öğrencilere bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.20’de gösterilmiştir.

Tablo 4.20. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney yaparak ispatlarız, kanıt buluruz	20	%69
Tartışarak, kanıt bularak, gözlem ve deney yaparak	2	%7
Teoriye değişir, mutlaka deney yapmak gerekmez	1	%3
Sayısal veriler/matematiksel hesap gereklidir	2	%7
Kanuna dönüşmesi için çok sayıda deney gereklidir	2	%7
Deney gerekmez teorik bilgi ve gözlem kullanırız	2	%7

Deney 1 grubu öğrencilerinden 20 kişi (%69), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin, deney yaparak ve kanıt bularak ispatlandığını ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

“Bence bir şeyi ispatlamak için deneyin vereceği sonuç çok önemli. Eğer yapılan deney olumlu sonuç veriyorsa teori ve hipotez büyük ölçüde kanıtlanmış olur...” Ö33

Deney 1 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için tartışmanın, kanıt bulmanın, gözlem ve deney yapmanın gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

“Bir teori veya hipotezi ispatlamak için onun hakkında farklı görüşlerle tartışarak, ikna edici kanıtlar bularak ve deneylerle mümkün olabilir...” Ö32

Deney 1 grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), bilimsel bir teorinin ispatlanması için deneye ihtiyaç olup olmadığının teoriye göre değiştiğini belirtmiştir. Aşağıda öğrenciden alıntıya yer verilmiştir.

“Bir teoriyi ispatlama şeklim konuya göre değişir. Eğer sosyal bir konuya anket yaparım ama tıbbi bir konuya o konu ile ilgili deneyler yaparak o teoriyi ispatlamaya çalışırım...” Ö39

Deney 1 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için sayısal verilerin ve matematiksel hesapların gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer almaktadır.

*“Bence ispatlarken deney çok etkili olur. Onun dışında **matematiksel hesaplamalar ve istatistiklerde yardımcı olabilir...**” Ö49*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin kanuna dönüşmesi için çok sayıda deney gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bence **teori ve hipotez deneylerle ispatlanır**. Eğer deneyde olumlu sonuç doğmuşsa o hipotez kanuna dönüşür...” Ö44*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için deneyin gerekmediğini teorik bilgi ve gözlem kullanıldığını belirtmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teoriyi **gözlemlerimle ve elimdeki bilgilerle ispatlarım...**” Ö58*

İkinci soru için deney 2 grubu öğrencilerinin deney tanımını ile ilgili açıklamaları ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Sorunun ilk kısmında öğrencilere deneyi değişkenlerin kontrolü mü yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendirdikleri sorulmuştur. Bu soruya ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.21 ve 4.22’de gösterilmiştir.

Tablo 4.21. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	20	%69
Genel prosedürlerdir	4	%14
Her ikisi birden	2	%7

Tablo 4.22. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu.

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Hipotezin/düşüncenin/bilginin doğruluğunu ispatlama	17	%59
Bir konuyu açıklamak, anlamak için kullanılır	5	%17
Gözlem, kontrol ve analizden oluşur	2	%7
Bilimsel gelişmelerin uygulanmasıdır	2	%7

Deney 2 grubu öğrencilerinden 17 kişi (%59), deneyin bir hipotezin, düşüncenin veya bir bilginin doğruluğunu ispatlamak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden iki alıntıya yer verilmiştir.

“...Öncelikle bir teori ya da hipotezi ispatlamak için değişik yollarla birçok kez deney yapılmalı ve deneyler tekrarlanmalıdır.” Ö65

*“Deney bir **düşüncenin doğruluğunu kanıtlamak** için yapılan olaylar ve bunun için oluşturulan ortamlardır...” Ö67*

Deney 2 grubu öğrencilerinden 5 kişi (%17), deneyin bir konuyu açıklamak ya da anlamak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

“Deney, bir konuyu açıklamaya çalışırken kullandığımız bir yöntemdir...” Ö63

Deney 2 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7), deneyin gözlem, kontrol ve analizden oluşan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“.....İlk önce **gözlem sonra gözlemlerimizin kontrolü, analiz** ve bunların hepsinin bütününe deney denir...” Ö80*

Deney 2 grubu öğrencilerinden 2 kişi (%7) deneyi bilimsel gelişmelerin uygulanmasıdır olarak ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Deney **bilimsel gelişmelerin uygulamaya dökülmesidir** ...” Ö59*

Sorunun ikinci kısmında öğrencilere bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.23’de gösterilmiştir.

Tablo 4.23. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bir Teoriyi ya da Hipotezi Nasıl İspatlarsınız Sorusuna Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
İddiayı doğrulayacak kadar deney yaparak ve kanıt bularak	18	%63
Araştırma, gözlem ve deney yaparak	5	%17
Kanıt kullanarak	5	%17
Birçok bilim insanı deney yaparak aynı sonuca ulaşmalı	1	%3

Deney 2 grubu öğrencilerinden 18 kişi (%63), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin, çok sayıda deney yaparak ve kanıt bularak ispatlandığını ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

“Bir teoriyi daha önce ispatlanmış hipotezlerden yararlanarak kanıtlayabiliriz.

*Bence doğruluğundan **emin oluncaya dek deney yapılması gerekir...**” Ö73*

Deney 2 grubu öğrencilerinden 5 kişi (%17), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için araştırma, gözlem ve deney yapmanın gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teori veya hipotezi **araştırarak, gözlemleyerek, deneylerle ispatlamaya çalışırım.** Farklı görüşleri değerlendirir neden sonuç ilişkisi kurmaya çalışırım...”*

Ö84

Deney 2 grubu öğrencilerinden 5 kişi (%17), bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için kanıt kullanmanın gerekli olduğunu belirtmişlerdir. Aşağıda bu grubun öğrencilerinden bir alıntıya yer verilmiştir.

*“Bir teoriyi ya da hipotezi ispatlamak için savunduğum teoriyi neden böyle düşündüğümü anlatırdım. Başka kaynaklardan yardım alarak düşüncemin doğruluğunu **kanıtlamaya çalışırdım ...**” Ö68*

Deney 2 grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3), bilimsel bir teorinin ya da hipotezin ispatlanması için birçok bilim insanının deney yaparak aynı sonuca ulaşmasının gerekli olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencisinin açıklaması aşağıda yer almaktadır.

*“Bir teoriyi ya da hipotezi kanıtlamak için bu konuda **birçok bilim adamının çalışıp bu konularda deney yapması ve aynı sonuçlara ulaşması gerekir ...**” Ö71*

VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü soruda bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin çoğu (n=28, %97), bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Deneylerin gerekli olduğunu düşünen öğrencilerin bir kısmı (n=13, %45), bilimsel bilginin gelişmesi için bilginin doğruluğunun kanıtlanması gerektiğini düşünmektedir. Kontrol grubundan 5 öğrenci ise (%17), deney yapmadan yeni bilgilerin öğrenilemeyeceğini ve açıklanamayacağını öne sürmüşlerdir. Kontrol grubundan 9 öğrenci (%31), yapılan farklı ve yeni deneylerin farklı sonuçlar doğurabileceğini, bu sayede bilimsel gelişmenin sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır. Bir öğrenci ise bir bilginin bilimsel olması için deneyin gerekli olduğunu savunmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Çünkü geliştirmemiz için elimizde **kanıtlar** olmalı. Kanıt sağlamak için de deneyler yapmalıyız. **Deney yapmadan bir verinin doğruluğu kanıtlanamaz** ve kanıtlayamazsak bilimsel bir bilgiyi geliştiremeyiz.”* Ö2

*“Evet, deney yaparak **yeni bilgilere ulaşabilir** ve sahip olduğumuz **bilgileri daha kapsamlı** hale getirebiliriz. Edison ampulle yaptığı yüzlerce deney sonunda hangi malzemeleri kullanmanın uygun olduğu hakkında bilgi sahibi olmuştur”* Ö5

*“Evet. Bilimsel bilgilerin gelişmesi için deneyler gereklidir. Öncelikle **bilimde hiçbir şey kesin değildir**. Bugün doğru kabul edilen bir bilgi yarın yalanlanabilir. Kabul edilen bilgilerin üzerine **yeni şeyler eklenmesi için deneyler** elbette gereklidir. Ö11*

*“Evet, eskiden denesiz kesin bir şekilde Dünya'nın düz olduğu söyleniyordu ama bazı denizciler Dünya'nın etrafında tur atarak düz olmadığını kanıtladılar. Bu yüzden bir bilginin **bilimsel olması için deney** gereklidir”* Ö28

Kontrol grubu öğrencilerinden bir kişi (n=1, %3) bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olmadığını ifade etmiştir. Öğrenci bilimsel bilginin sadece düşünme ve tartışma yolu ile gelişebileceğini ifade etmiştir:

*“Hayır. Çünkü bilimsel bilgi **sadece düşünme, tartışma yoluyla da gelişebilir** ve deneyden daha iyi sonuçlara ulaşılabilir. Örneğin bilimsel bir konuyu geliştirmek için arkadaşlar ile bir tartışma düzenleyebilirsin.”* Ö29

VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü soru için deney 1 grubu öğrencilerinin tümü (n=29, %100), bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Deneylerin gerekli olduğunu düşünen öğrencilerin bir kısmı (n=15, %52), deneylerin bilginin geçerliliğini test ettiğini ve bilginin kesin olduğunu ispatlamak için kanıt sağladığını düşünmektedir. Deney 1 grubundan 13 öğrenci ise (%45) yapılan araştırmalar ve deneylerden elde edilen sonuçlarla yeni bilgiler oluşabileceğini belirtmiş bu sayede bilimsel gelişmenin sağlanabileceğini ortaya koymuşlardır. Bir öğrenci (%3) ise deneylerin gözlem yapmamızı sağlayacağını belirtmiştir. Ayrıca 11 (%38) öğrenci 3. soruya verdikleri cevapta deneylerin bilimsel bilgiyi geliştirmek için gerekli olduğunu açıklarken bilimsel bilginin yapılan yeni deneylerle değişebileceğini vurgulamışlardır. Deney1 grubu öğrencilerinin birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Deneyler bu bilgilerin **çürütülmesini engeller ve kesinleşmesini sağlar.**” Ö32*

*“Bilimsel bilginin gelişmesi için kesinlikle deneylere ihtiyaç duyulduğunu düşünüyorum çünkü deneyler bilimsel bilginin gelişmesi için ortaya çıkarılan **hipotezlerin bir kanıtı** olarak nitelendirilir.” Ö43*

“Evet, çünkü bilim gözleme dayanır.” Ö35

*“Evet, bilimsel bilgilerin gelişmesi için deneyler gereklidir. Bir bilgi ilk ortaya atıldığı halde doğru olmayabilir. Doğru olsa bile çok **basit ya da eksik bilgi içerir.** Örneğin; atomun yapısı araştırılırken ilk söylenen hipoteze bir şeyler eklenmiş ya da tamamen yanlış kabul edilip yeni hipotez ortaya atılmıştır. Bu yeni hipotezi kanıtlamak için deneyler yapılması gerekir. Daha sonra **yeni deneylerle bilgi genişletilir, gelişmiş bir hal alır.**” Ö30*

Deney 2 grubu öğrencilerinin 3. Soru için verdikleri cevaplar incelendiğinde tümü (n=29, %100), bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Deneylerin gerekli olduğunu düşünen 14 (%48) öğrenci deneylerin bilgilerin doğruluğunun kanıtlanmasını sağlayabileceğini düşünmektedir. 12 öğrenci ise (%42), deneylerle yeni bilgilerin öğrenebileceğini ve ispatlanabileceğini, bu sayede bilimsel bilgilerin yenilendiğini belirtmiştir. Deney 2 grubundan 2 öğrenci (%7), deney ve gözlem ile bilgilerin daha iyi anlaşıldığını ifade etmiştir. Bir öğrenci (%3) ise deney olmadan bilimsel bir çalışma yapılamayacağını söylemiştir. Öğrencilerin deneyin tanımı

ve bilimsel çalışmalarda deneyin yeri ile ilgili verdikleri cevaplar incelendiğinde deney 3 grubundan 4 (%14) öğrenci yeni deneylerle bilimsel bilginin değişebileceğini vurgulamıştır. Deney 2 grubu öğrencilerinin birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler önemlidir. Çünkü insanların bildiklerinin somutlaşmasını sağlar. Deneyler bilimsel bilginin en önemli **kanıtıdır**. Bu bilgi deneyle açıklanırsa **çürütülmesi daha zor olur**”* Ö67

*“Evet, gereklidir. Mesela Cern deneyini yapmasak evrenin nasıl var olduğunu **anlayamayız**, bu deney ile birlikte **yeni bir bilgi daha** edinmiş olacağız.”* Ö81

*“Deneyler gereklidir. Çünkü insan beyni **gördüğü şeyi daha çabuk kavrar** ve daha uzun süre aklında kalır”* Ö77

*“Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir **çünkü deneyler olmazsa bilimsel bir şey yapmış olmayız**.”* Ö80

*“Cevabım evet. Bilimsel bilgiler **sürekli olarak yenilenen** şeylerdir. Deney ise bu **yeniliği ispatlamanın en iyi yoludur**. Gelişmeleri sağlar. Geçmişteki deneyler olmasaydı günümüzdeki bilgi birikimini sağlayamazdık.”* Ö70

VNOS-C ölçeğinin 2. ve 3. sorularında öğrencilerin deneye dair yaptıkları tanımlar, bir hipotezi ya da teoriyi nasıl ispatlayacakları ve bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekliliğine dair cevapları bilimde deneylerin yeri boyutunu oluşturmaktadır.

Deneyler ile ilgili en yaygın söylence deneylerin bilimsel bilginin oluşumundaki en temel yol olduğudur. McComas (1998) iyi düzenlenmiş, esas hedefi neden-sonuç ilişkisi kurmak olan, kontrol ve test grupları içeren deneylerin bilim için önemli bir araç olduğunu vurgularken tek yol olmadığının da altını çizmektedir.

Bilimsel bilginin oluşumu deneylerden ve gözlemlerden elde edilen verilere dayalıdır fakat verilerin toplanmasında deneylerin veya doğrudan gözlemlerin kullanılamayacağı durumlar olabilir (Doğan, Çakıroğlu, 2012). Ayrıca deneyler ve gözlem aracılığı ile elde edilen bulguların destekleyici rolü vardır (Karakaya, 2015). Özetlemek gerekirse bilimsel bilginin oluşması için gözlem, analiz, yorum, araştırma ve deneyinde içinde bulunduğu bir dizi yöntem kullanılabilir (McComas, 1998). Bütün bu bilgilerin ışığında kontrol, deney1 ve deney 3 gruplarındaki öğrencilerin uygulama öncesinde bu boyuta ilişkin görüşleri zayıf, değişken, bilgili olarak sınıflandırılıp, ilgili boyuttaki temalara ait

frekans ve yüzdeler ve bu temalarda yer alan öğrencilerden birer alıntı cümlesi aşağıdaki gösterilen tablo 4. 24, 4. 25 ve 4. 26’da yer almaktadır.

Tablo 4.24. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Kontrol Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“Deney merak edilen bir şeyi incelemektir, sonuçlarını bulmaktır. Deneyler deneme yanılma yöntemi ile yapılır. Bir teoriyi ya da hipotezi ispatlamak için deney gereklidir, kanıtın güvenilirliğini artırır. Deney yapmadan bir şeyi öğrenmek ya da açıklayabilmek mümkün değildir.” Ö 3</i>
Değişken	1	%3	<i>Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak değerlendiriyorum. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gerekli değildir. Çünkü bilimsel bilgi sadece düşünme, tartışma yoluyla da gelişebilir.” Ö29</i>
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.25. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Deney 1 Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	29	%100	<i>“Deney; bir bilginin doğruluğunu ispatlamak veya doğrusunu bulmak için yapılan bir tür araştırmadır. Bir teoriyi ya da hipotezi konuyu araştırarak veya konuyla ilgili deney yaparak ispatlarını çünkü o konu ile ilgili yapılan deneyler bize o konunun bir kanıtı niteliğindedir” Ö31</i>
Değişken	-	-	-
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.26. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Deney 2 Grubu Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	29	%100	<i>“Bilimsel bilgilerin gelişmesi için deneyler gereklidir. Çünkü bir olgu, bir teoremin doğruluğu, sadece çevreyi gözlemlemek ve algılamaya çalışmakla değil bir deney ortamında farklı değişkenlerin kullanılmasıyla açıklanır.” Ö71</i>
Değişken	-	-	-
Bilgili	-	-	-

4.2.2. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri

Bilimin doğası anlayışına göre teori ve kanun kavramlarının tanımları ve birbirleri arasındaki ilişki 3 temel boyutta açıklanabilir:

- a) Teoriler iyi desteklenmiş açıklamalardır.
- b) Kanunlar doğadaki algılanan ve gözlenen olguların tanımlanmasıdır.
- c) Teori ve kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişki yoktur.

Bu bağlamda VNOS-C ölçeğinde yer alan 4. ve 5. Sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar kodlandıktan sonra teori tanımı ve teori-kanun ilişkisi ile görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflandırılacaktır.

VNOS-C ölçeğinde yer alan dördüncü soruda, öğrencilere bilimsel teorinin tanımı sorulmuştur. Kontrol grubu, deney 1 grubu ve deney 2 grubu öğrencilerin bu soruya ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.27, Tablo 4.28 ve Tablo 4.29’da sunulmaktadır.

Tablo 4.27. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneyler ve araştırmalarla ispatlamış fikirler ve düşünceler	8	%28
Bilimsel bir olayın açıklanmasıdır, kanıtlanmamıştır	4	%14
Ortaya atılan bir fikrin deneylerle kanıtlanarak geliştirilmesidir, değişebilir	10	%34
Kesinliği olmayan, kanıtlanmamış, değiştirilebilir yargı	7	%24

Kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmı teorilerin bir bilginin ispatlanması için deney sonuçları ile birlikte öne sürülen değişebilir tezler olduğunu öne sürmüştür. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilimsel teori **doğruluğu kabul edilmiş** bilgilerdir. Ortaya atılmış bir fikrin deneylerle **kanıtlanarak** geliştirilmesidir. Bilimsel teori zamanla gelişerek önemli sonuçlar elde edilir. Bilimsel teori zamanla değişebilir. **Kesin olarak kabul edilmiş** değişmeyecek bir fikir **değildir**...” Ö4*

*“Bilimsel teori bilimsel bir bilginin **ispatlanması için kanıtları** ile birlikte öne sürülen tezdır. Henüz **kanıtlanmamıştır. Evrensel değildir.**” Ö11*

Yukarıda verilen örneklerdeki öğrenciler teoriyi kanıtlanmamış fikirler olarak tanımlarken kontrol grubu öğrencilerinden 8 öğrenci teoriyi deneylerle ve araştırmalarla ispatlanarak ortaya atılan fikirler olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori, bilimsel bir bilginin **ispatlamaya** çalışırken oluşan fikirler, ortaya atılan **düşüncelerdir.**” Ö1*

*“Bilimsel teori bilim insanların ortaya attığı **görüşlerini** deneylerle **destekleyerek, tamamen ispatlanmasına** denir.” Ö22*

*“Bilimsel teori insanlığın bilim hakkındaki **düşüncelerinin kanıtlanmış** halidir. Bu teoriler bilimin evrenselliğini sağlar birçok insanı aynı şekilde düşündürmeyi sağlar.....” Ö10*

Kontrol grubundan 4 öğrenci ise teoriyi bilimsel bir olayın açıklanması olarak ifade etmişlerdir. Bu açıklamalarına deney yapmadan veya kanıtlanmadan ortaya konulan açıklamalar ifadesini de eklemişlerdir. Aşağıda bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir:

*“Bilimsel teori **bilimsel bir olayı açıklamak** için öne sürülen mantıklı açıklamalardır. Daha üzerinde bir **deney yapılmamış, kanıtlanmamış** ama mantıken doğru olan bilgidir...” Ö3*

*“Bilimsel teori **kanıtlanmamış** mantıksal düşünüldüğünde **olayı açıklayan, kanıt** ve deneylere ihtiyaç duyan bir bilgidir.” Ö21*

Kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmı (7 öğrenci) teorinin kesinliği olmayan, kanıtlanmamış, değiştirilebilir yargılar olarak tanımlamışlardır. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilimsel teori **kesinliği belli olmayan, bir taraf tarafından belli nedenlere** dayanarak öne sürülmüş hipotezdir...” Ö14*

*“Bilimsel bir anlam içeren ama daha **tam kesinleşmemiş yargılara** denir.” Ö18*

Kontrol grubu öğrencilerinin yarısından fazlasının (21 öğrenci, %72) bilimsel teoriyi kanıtlanmamış, kesin olmayan bilgiler olarak düşündükleri görülmektedir.

Deney 1 grubunun teori tanımı ile ilgili ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.28’de açıklanmıştır.

Tablo 4.28. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneylerle ortaya çıkan, doğruluğu kesin olmayan çürütülebilir bilgilerdir	10	%35
Bilim insanının düşünceleridir/fikirleridir	7	%24
Kanunların kesinlik kazanmadan önceki halleridir	3	%10
Kanıtlanmış bilgilerdir/hipotezlerdir	9	%31

Deney 1 öğrencilerinin bir kısmı (%35) teorileri deneyler yardımı ortaya çıkan, çürütülebilir, doğruluğu ispatlanmazsa hipotez olarak kalan bilgiler olarak tanımlanmıştır. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Deneyler, hipotezler veya tezler sonucu açığa çıkan **çürütülebilir** örneklerdir ...”

Ö35

“Bilimde ortaya çıkan bir **hipotezin deneyler tarafından kanıtlanıp doğru biçimde rapor edilmesine bilimsel teori** denir. Fakat **teori tamamen doğru olmayabilir**. Üstüne daha fazla bilgi eklenebilir. Ya da teoriden yararlanarak başka ve gelişmiş bir teori elde edilebilir. **Teorinin doğruluğu ispatlanmaz ise hipotez** olarak kalır.”

Ö30

Yukarıda verilen örneklerdeki öğrenciler teoriyi doğruluğu kesin olmayan zayıf görüşler olarak, çürütülecek fikirler olarak tanımlamışlardır. Bu görüşlerin tam aksine deney 1 grubundan 9 öğrenci (%31) teoriyi kanıtlanmış, ispatlanmış bilgiler hipotezler olarak tanımlamışlardır. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

“Bilimsel açıdan **kanıtlanmış düşüncelere** denir.” Ö36

“Bilimsel teori herhangi bir dalda ve bir konuda düşündüğünüz ve **ispatladığınız düşünce ve iddiadır**. Bilimsel teoriler **ispatlanmadan asla kabul edilemez** ve teori sayılmaz. Bir nevi hipotez olarak kalır.” Ö39

Deney 1 grubundan 7 öğrenci (%24) teoriyi bilim insanlarına ait düşünceler ve fikirler olarak ifade etmişlerdir. Aşağıda bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir:

“Bilimsel teori, bir bilim insanının bilimsel bir konu hakkında savunduğu kendi düşünceleridir...” Ö31

“Bilimsel teori, bilim ile ilgili bir konuda bir insanın veya bir grubun ortaya atmış oldukları fikirlerdir.” Ö33

“Bilimsel teori bilimsel düşüncedir. Bilim ile ilgili öne sürülen fikirlerdir.” Ö46

Deney 1 grubundan 3 öğrenci teoriyi kanunların kesinlik kazanmadan önceki halleri olarak tanımlamıştır. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer almaktadır:

“Bilimsel teori kanunların kesinlik kazanmadan önceki halidir. Diğer bir deyişle fikirlerin ham halidir. Teorileri ispatlamak gerekir. Bunlar için çeşitli ispat yöntemleri kullanılır. O teorinin her durum karşısında ayakta durabildiği ispatlanırsa bu teori geçerli olur...” Ö37

“Bilimsel teori daha önce bilinmeyen bir şey bulunur. Kafada tasarlanır ve teoriye dönüştürülür. Teori gerçeğe dönüşürse kanun olur.” Ö44

“Bilimsel teori bilginin kanun olabilmesi için izlenen yolda bir adımdır. Teoriler onlara karşı bir düşünce çıkmadıkça devamlılığını sağlar.” Ö56

Deney 1 grubu öğrencilerinin yarıdan fazlasının (20 öğrenci, %69) bilimsel teoriyi kanıtlanmamış, kesin olmayan bilgiler olarak düşündükleri görülmektedir.

Deney 2 grubunun teori tanımı ile ilgili ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.29’da açıklanmıştır.

Tablo 4.29. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Doğruluğu ispatlanmamış bilimsel açıklamalar, fikirler	18	%62
Deneylerle ispatlanmış, bilimsel düşünceler	8	%28
Bir bilginin bilimsel yol ile açıklanması	1	%3
Kesinliği kanıtlanırsa kanun haline dönecek yargılar	2	%7

Deney 2 grubundan 18 öğrenci (%62) teorilerin doğruluğu ispatlanmamış bilimsel açıklamalar, düşünceler olarak tanımlamışlardır. Ayrıca teorilerin kanıtlanmaya çalışılan, daha geçerli bir teori öne sürülene kadar kullanılan, değişebilen bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Bilimsel teori daha kanıtlanmamış, o zamana kadar yapılan çalışmaların üstüne bir şeyler ekleyerek veya yanlışları düzelterek ortaya atılan yargıdır. Bilim zaten sürekli değişir. Bu yüzden günümüze kadar bir sürü teori ortaya atılmıştır”
Ö66

*“Bilimsel teoriler **değişkendirler**, bilim adamlarının, alanlarında uzman kişilerin yaptıkları çalışmalarla farklı **bir boyut kazanıp değişebilirler**. Bu değişimin nedeni bu teoriyi çürütecek **daha kesin bilgilerin ortaya çıkmasından kaynaklanır.**”* Ö71

Yukarıda verilen örneklerdeki öğrenciler teoriyi kanıtlanmamış fikirler, çürütülebilir, değişebilir olgular olarak tanımlarken deney 2 grubu öğrencilerinden 8 öğrenci (%28) teoriyi deneylerle ispatlanmış bilimsel düşünceler olarak tanımlamışlardır. Bu öğrenciler tanımlarında teoriyi hipotezin ispatlanmış hali olarak ifade etmişlerdir. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori, bilim insanlarının eksikliğini fark ettikleri bazı şeylerin varlığı hakkında tahminde bulunmalıdır. Bilimsel teorinin **gerçekliğinin ispatlaması için deney** yapılması gereklidir.”* Ö62

*“Bilimsel teori, **teorilerin ya da hipotezlerin deneyler yaparak kanıtlanması ve kesin bir bilgi** halinde sunulmasıdır. Bilimsel olduğu için insanlar bu görüşü benimsemeye başlayabilirler.”* Ö68

Deney 2 grubundan 2 öğrenci (%7) bilimsel teorilerin kanıtlandıkları zaman kanunlara dönüşecek olan yargılar olduğunu belirtmiştir. Aşağıda bu görüşe sahip olan 2 deney 2 grubu öğrencisinin cevapları yer almaktadır:

*“Bilimsel teori sadece üzerinde düşünülen yani kesin olduğu bilinmeyen şeylerdir. Bu teoriler çürütülebilir. Çünkü kesin kanıtlanamamışlardır. Sadece ortaya atılmışlardır. Bilim insanları eğer konuyu derin bir şekilde araştırıp kanıtlarsalar bu **bilgiler teoriden çıkar ve kanun olur ...**”* Ö65

*“Teori, kesinliği kanıtlanmamış yargılardır. Bu teorilerin bilimsel teori olabilmesi için bilimin herhangi bir dalıyla ilgisi olması gerekir. Bilimsel **teorinin doğruluğu kanıtlanırsa bunlar bilimsel kanun haline gelir.**” Ö70*

Deney 2 grubundan 1 öğrenci (%3) teoriyi bir bilginin bilimsel yöntem ile açıklanması olarak tanımlamıştır. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencisinin açıklamasına aşağıda yer verilmiştir:

*“Bir bilginin **bilimsel yolla açıklanması** için ortaya atılmış düşüncedir.” Ö67*

Deney 2 grubu öğrencilerden 20 öğrenci (%69) bilimsel teoriyi kanıtlamamış, kesin olmayan bilgiler olarak ifade etmiştir.

VNOS-C ölçeğinde yer alan beşinci soruda, öğrencilerin bilimsel teori ve bilimsel kanun arasında bir fark olup olmadığına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Ayrıca öğrencilere teori ve kanunları statüleri ve bilimsel olarak önemleri düşünülerek sıralamaları istenmiştir. Bütün gruptaki öğrencilerin bu boyuta ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.30, 4.31 ve 4.32’de sunulmaktadır.

Tablo 4.30. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kanunun doğruluğu ispatlanmıştır / teori ispatlanmamıştır, gelişebilir, değişebilir	28	%97
Teori kanıtlanması için ortaya atılmış bilgidir, kanıtlanınca kanuna dönüşür	1	%3

Kontrol grubu öğrencilerinin çoğu (28 öğrenci, %97) kanunu doğruluğu ispatlanmış bilgi olarak açıklarken, teorilerin ispatlanmamış, değişebilir, gelişebilir bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori doğruluğu **kesin olarak kanıtlanmamış** bilgilerdir. Bilimsel kanun ise herkesçe kabul edilmiş, doğruluğu bilinen ve bunun üzerinden yeni çalışmalara başlanabilen bilgilerdir. **Teori kesin değil, kanun ise kesindir.** Bilimsel teori yerini başka bir düşünceye bırakabilir ancak bilimsel kanunda böyle bir şey olması daha zordur...” Ö4*

*“Bilimsel teori **değiştirebilir** bir yargıdır, üzerinde daha çok deney yaparak farklı sonuca ulaşılabilir. Kanun ise **kesinliği** sağlanmış bir bilgidir.....” Ö6*

*“Bilimsel teori **geliştirebilir, değiştirebilir**. Ancak bilimsel kanunlar **kesinlik kazanmıştır ve asla değiştirilemezler**” Ö8*

Kontrol grubu öğrencilerden 1 kişi (%3) kanunların kanıtlanmış bilgiler olduğunu, teorilerin ise kanıtlandıkları zaman kanuna dönüşeceklerini belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencisinin cevabı aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori ortaya atılan bir **düşüncedir**. Ve bu düşünce ile ilgili çalışmalar yapıldıktan sonra konuyla ilgili **değişmeyecek kurallar** olduğu anlaşılır. Buna bilimsel kanun denir...” Ö9*

Kontrol grubu öğrencilerinden 11 kişi (%38) teorilerin kanunlardan daha önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler teorilerin gelişmeye açık olduğu, üzerine araştırmalar yapıldığını böylelikle bilime katkısı olabileceğini ortaya koymuşlardır. İki öğrenci ise teorilerin neden daha önemli olduğunu açıklarken teorilerin kanunları oluşturmalarını gerekçe olarak göstermişlerdir. Aşağıda bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Kanun ispatlanmış olduğu için statü olarak teoriden yüksektir fakat teori daha ispatlanmış olmadığı için gelecekte değişikliği sebep olabilir ve bilime bilgi katabilir. Bu nedenle üzerinde **daha çok çalışılması gerekir ve bilimsel olarak daha önemlidir...**” Ö19*

*“Tabii ki teoride, kanunda bilime katkıda bulunan önemli iki veridir. Fakat kanun zaten ispatlanmış ve kabul edilmiş, **teori ise ne kadar doğruluğu ispatlanmamış olsa da yeni bilgiler üretilbilecek, bilime fayda sağlayacak verilerdir**. Bu nedenle bence teori kanundan daha önemlidir.....” Ö11*

10 (%34) kontrol grubu öğrencisi ise kanunların değişmedikleri için teorilerden daha önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Kanunlar daha önemlidir çünkü **teoriler değişebilir ama kanun değişmez.**” Ö12*

*“Bilimsel teoriler oluşturulurken de kanunlardan yararlanır bu yüzden **kanunun teorilerden daha önemli olduğunu düşünüyorum**.....” Ö5*

Tablo 4.31. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teori kanıtlanmıştır, değişebilir ve çürütülebilir/ Kanun değişmez, kesindir.	7	%24
Teoriler düşüncelerdir/ Kanunlar deneylerle ve araştırmalarla kanıtlanmıştır.	18	%62
Teorinin ispatlanırsa kanuna dönüşür	4	%14

Deney 1 grubunun bütün öğrencileri kanunları kesinlik içeren, kanıtlanmış bilgiler olarak açıklamışlardır. Deney 1 grubu öğrencilerinin bir kısmı (7 öğrenci, %24) teorilerin kanıtlanmış bilgiler olduğunu fakat zamanla değişebileceğini, gelişebileceğini, çürütülebileceğini belirtirken, kanunu doğruluğu ispatlanmış bilgi olarak açıklamıştır. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

“...Teori doğruluğu kanıtlanmıştır fakat üstüne birkaç bilgi daha eklenebilir. Kanun ise kesin olarak doğru üstüne daha bilgi eklenemeyen bilgidir. Doğruluğu deneyler sonucu ispatlanmış ve sonucunda formül ya da kesin bilgi elde edilir...”
Ö30

“Teori çürütülebilir veya değiştirebilir. Kanunun doğruluğu kesindir.” Ö35

Deney 1 grubu öğrencilerden 18 kişi (%62) teorilerin üzerine fazla çalışma yapılmamış düşünceler olduğunu, kanunların ise ayrıntılı araştırma ve deneylerle kanıtlanmış bilgiler olduğunu belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“...Örneğin bir bilim insanı bir konu hakkında tam olarak bilimsel bir sonuca varmadan ya da konunun tüm ayrıntıları hakkında bir araştırma yapmadan kendi görüşünü savunuyorsa bu bilimsel bir teoridir. Başka bir bilim insanı ise aynı konu hakkında çok ayrıntılı bir araştırma yapıp defalarca deney yaparak araştırmaları ve deneyleri sonucu kendi düşüncesini kanıtlamışsa bu bilimsel bir kanundur.” Ö31

“...Bazı bilimsel bilgiler sonucu ortaya atılır. Henüz ispatı yoktur. Doğruluğu ispatlanmamıştır. Kanunlar ispatlanmış ve doğruluğu kanıtlanmıştır. Kimse tarafından çürütülemez...” Ö54

Deney 1 grubundan 4 öğrenci (%14) kanunu kanıtlanmış bilgiler olduğunu, teorilerin ise kanıtlandıkları zaman kanuna dönüşeceklerini belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“...Teori gerçekleşmemiş kafada tasarlanmış **daha kimseler tarafından kabul edilmemiştir**. Kanun ise **teorinin kanıt ve deneylerle pekiştirilmesi sonucu herkesin kabul etmiş olduğu şeydir...**” Ö44*

*“Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında doğruluk yani kanıtlanabilirlik farkı vardır. Teori bir kimsenin ortaya attığı temel düşüncedir. Fakat ortaya atılan bir **düşüncedir**. Fakat **kanun kanıtlanmış teoriler sonucu oluşur** yani kısaca teori kanunun alt düşüncesidir...” Ö43*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 11 kişi (%38) kanunların teorilerden daha önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler kanunların kesin yargılar, ispatlanmış bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. İki öğrenci ise teorilerin ve kanunların ikisinin de aynı seviyede olduklarını ifade etmişler, teori olmadan kanunların var olamayacağı şeklinde açıklama yapmışlardır. Deney 1 sınıfındaki hiçbir öğrenci teorilerin kanunlardan daha önemli olabileceği ile ilgili bir açıklama yapmamıştır. Aşağıda teori ile kanunu bilimsel önemlerine ve statülerine göre sıralamış deney 1 grubu öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Kanun bilim hayatı açısından **daha önemlidir, teori yıkılabilir bir yargıdır...**” Ö42*

*“Kanun, teori olarak sıralardım. **Teori kesin bir şey değil. Ama kanun kesin kanıtlanmış bilimsel olarak benimsenmiş şeylerdir...**” Ö40*

*“Teori ve kanunu önem açısından sıralasaydım ikisini de aynı yere koyardım. Çünkü **teori olmadan kanun olmaz...**” Ö37*

*“Bence ikisi de birbirinin içindedir. **Kanun teorilerle açıklanır, teorilerde kanunlarla, o yüzden ikisini de aynı sıraya koyardım...**” Ö57*

Tablo 4.32. Deney 2 Grubu Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kanunun doğruluğu ispatlanmıştır / teori ispatlanmamıştır, değişebilir	19	%66
Teori kanıtlanınca kanuna dönüşür.	9	%31
Teori gözlemler sonucu ortaya atılan fikirlerdir/kanun ise doğadaki gözlemlere dayanan bulgulardır	1	%3

Deney 2 grubu öğrencilerinin yarısından çoğu (19 öğrenci, %66) kanunu doğruluğu ispatlanmış, kesinlik içeren bilgiler olarak açıklarken, teorilerin ispatlanmamış, doğru olup olmadığından emin olmadığımız, gelişebilir bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori henüz **tam kanıtlanmamış hipotezlerdir**. Bilimsel **kanun artık %100 olarak kanıtlanmış hipotezlerdir**. Örneğin su 100⁰C’da kaynar. Kanun o konu ile ilgilenen tüm insanların doğruluğunu kabul etmesidir ...”* Ö69

*“Bilimsel teori, daha **tam olarak netleşmemiş, deneylerle kanıtlanmış, doğruluğu henüz belli olmayan tezlerdir**. Bilimsel **kanun ise doğruluğu kanıtlanmış, kanıtlarla desteklenmiş olan bilgidir**. Stoney elektronlardan bahsetti, fakat deneylerle ispatlayan Crooks’tur. **Deneyi yapılmamış ve ispatlanmamış her fikir bilimsel teoriye girer...**”* Ö62

*“Bilimsel teori öne sürülen bilginin daha **kabul görmemiş** olmasıdır. Hala **kanıtlanması gerekmektedir**. Bilimsel kanun ise herkes tarafından kabul görmüş düşüncedir. Örnek olarak **yerçekimi kanunu verebiliriz**, deneylerle kanıtlanmıştır. **Teori ise bilimin her an kendini yenilediğini gösterir**. Yeni fikirler insandaki merak duygusunu uyandırır.....”* Ö67

Deney 2 grubundan 9 öğrenci (%31) teorilerin kanıtlanmamış, kanunların ise kanıtlanmış bilgiler olduğunu söyledikten sonra teorilerin kanıtlandıkları zaman kanuna dönüşeceklerini belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilimsel teori henüz doğruluğu kanıtlanmamış olan düşüncelerdir. Sadece var olduğu düşünülür zamanla ya çürütülür ya da kesinlik kazanır. **Bir teorinin doğruluğu kesinleştiği zaman bilimsel kanun olur.** Bilimsel kanun doğruluğu kesinleşmiş teorilerdir. Her yerde aynıdır, evrenseldir...”* Ö63

*“Bilimsel teori daha tam olarak kanıtlanmamış fikirlerdir. Bilimsel **teoriler kanıtlandıklarında bilimsel kanunları oluştururlar.**”* Ö73

Deney 2 grubu öğrencilerinden 1 kişi (%3) teorileri bilim insanlarının gözlemleri sonucu ortaya atılan fikirler olarak, kanunları ise doğada kabul edilmiş bulgular olarak tanımlamıştır. Aşağıda bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencisinin cevabı yer almaktadır:

*“Bilimsel **teori insanların gözlemleri sonucu ortaya attığı fikirler**, bilimsel kanun ise **doğada öyle kabul edilen bulgulardır.** Örneğin; Thomson’a göre atomun üzümlü keke benzemesi bilimsel teori, suyun 100⁰C’da kaynaması bilimsel kanundur.”* Ö75

Deney 2 grubu öğrencilerinin bir kısmı teori ve kanunu statüleri ve bilimsel önemleri açısından sıralamışlardır. Bu bölümü cevaplayan 7 öğrenci kanunların daha önce geldiklerini, teorilerden daha önemli olduklarını belirtmiştir. İki öğrenci ise teorinin bilimin kendini yenilediğinin göstergesi olduğu için daha önemli olduğunu savunmuştur. Bu gruptan 4 öğrenci ise ikisinin de önemli olduğunu, aralarında bir sıralama yapılamayacağını ifade etmiştir. Aşağıda sırası ile teori ile kanunu bilimsel önemlerine ve statülerine göre farklı şekilde sıralamış deney 2 grubu öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“**Kanunlar** teorilerden **daha önemlidir** çünkü onların **gerçekliği ispatlanmıştır...**”* Ö81

*“**Kanunlar teorilerden daha önemlidir.** Çünkü bir olayı çadıra benzetecek olursak eğer bu olayı kanunlara yani direklerle bağlarsanız bu çadır yıkılmaz ama bir sopaya bağlarsanız her an yıkılabilir”* Ö85

*“Ben **teorileri önemli bir noktada tutarım** çünkü kanıtlanmış, kanunlaşmış bir şeyin değiştirilmesi ile uğraşılmaz. Ama **teorilerin henüz doğruluğu ortaya konmadığından daha çok uğraşılır.** Teorilerin hala ortaya çıkıyor olması hala bilimsel açıdan uğraşıldığı anlamına gelir ve **hala bilimsel açıdan gelişme olduğunu gösterir...**”* Ö83

*“Teoriler gelecekte kanun haline gelebilir. Her teori kanun olmaya aday olabilir. Kanunlar da eskiden teoriydi ve doğrulukları ispatlandığında kanun oldular. Kanunlar bu nedenle önemli olsalar da **teori üretmek daha farklı bir öneme sahiptir, farklı düşünceler oluşumunu ve genellikle dolaylı yolla da olsa gelişimini sağlar...**” Ö70*

Bütün gruplarda (Kontrol, Deney1 ve Deney 2) öğrencilerin teori tanımları ve bilimsel teori ile bilimsel kanun ilişkisi cevapları incelendiğinde Kontrol ve Deney 1 grubundaki öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşleri yetersiz bulunmuştur. Deney 2 grubunda sadece bir öğrencinin VNOS-C testindeki 4. ve 5. sorulara verdiği cevaplar incelendiğinde teori- kanun ilişkisine dair verdiği cevap değişken olarak ele alınmıştır. Öğrenciler genel olarak teorilerin deneylerle ortaya konmuş sonuçlara sahip, ispatlanmamış, değişebilir ya da gelişebilir görüşler olarak tanımlarken, kanunları ispatlanmış, herkes tarafından kabul edilmiş bilgiler, yargılar olarak ifade etmişlerdir. Aşağıda her üç gruba ait zayıf ve değişken olarak kabul edilen görüşlerden örnek cümlelere yer verilmiştir.

Tablo 4.33. Kontrol Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	29	%100	<i>“... Bilimsel teori doğruluğu kesin olarak kanıtlanmış bilgilerdir. Bilimsel kanun ise herkesçe kabul edilmiş, doğruluğu bilinen ve bunun üzerinden yeni çalışmalara başlanabilen bilgilerdir. Teori kesin değil, kanun ise kesindir. Bilimsel teori yerini başka bir düşünceye bırakabilir ancak bilimsel bir kanunda böyle bir şey olması daha zordur. Kanun teoriye görev daha geneldir. Kesinliği daha fazladır. Kanıtı çoktur.” Ö4</i>
Değişken	-	-	-
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.34. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	29	%100	<i>“Bilimsel teori ve bilimsel kanun arasında birçok fark vardır. Örneğin bir bilim insanı bir konuda tam bir bilimsel sonuca varmadan ya da konunu tüm ayrıntıları hakkında tam bir araştırma yapmadan kendi görüşünü savunuyorsa bu bilimsel bir teoridir. Başka bir bilim insanı aynı konu hakkında çok ayrıntılı bir araştırma yapıp defalarca deney yaparak araştırmaları ve deneyleri sonucunda kendi düşüncesini kanıtlamışsa bu bilimsel bir kanundur. Kanun teorilerin ispatlanmış şeklidir...” Ö31</i>
Değişken	-	-	-
Bilgili	-	-	-

Tablo 4.35. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“Bilimsel teori ve bilimsel kanun, bilimsel konularla ilgilidir ama teoriler doğruluğu ispatlanmamış yargılardır. Kanunlar ise doğruluğu kesin ve şu an için yanlış olduğu kanıtlanamayan yargılardır. Evrim teorisi bilimsel bir teoridir, doğruluğu hala tartışılır ve çok farklı fikirler ortaya atılır. Yer çekimi kanunu ise bilimsel bir kanundur. Teoriler gelecekte kanun haline gelebilir. Her teori gelecekte kanun olmaya aday olabilir. Kanunlarda eskiden teoriydi ve doğrulukları ispatlandığında kanun oldular ...” Ö70</i>
Değişken	1	%3	<i>“Bilimsel teori gerçekliği ispatlanabilen fikirlerdir. Bilimsel teori insanların gözlemleri sonucu ortaya attığı fikirler, bilimsel kanun ise doğada öyle kabul edilen bulgulardır. Örneğin; Thomson’a göre atomun üzümlü keke benzemesi bilimsel teori, suyun 100⁰C’da kaynaması bilimsel kanundur...” Ö75</i>
Bilgili	-	-	-

4.2.3. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Teori ve Kanunların Değişebilir Doğasına İlişkin Görüşleri

Bilimin doğası anlayışına bilimsel bilgi yeni gözlemler ve var olan gözlemlerin yeniden yorumlanması ile değişebilir. Ayrıca bilimsel bilgi güvenilir olmasına rağmen kesinlik içermez. Bilimsel bilgi hem teknolojik gelişmelerin etkisi ile hem de toplumun sosyal ve kültürel yapısındaki değişiklikler ile değişime uğrayabilir.

Bilimsel bilginin değişebilir doğası boyutuna dair öğrencilerin (kontrol, deney1, deney3 grupları) görüşleri, VNOS-C ölçeğinde yer alan beşinci ve altıncı sorulara verdikleri cevaplarla belirlenmiştir. Ölçekte yer alan altıncı soruda, öğrencilerin bilimsel teorilerin değişip değişmeyeceğine ilişkin görüşleri sorulmuştur ve nedenini açıklamaları istenmiştir. Bu bağlamda öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplar kodlandıktan sonra teori ve kanunun değişebilir doğası ile ilgili görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflandırılacaktır.

Bu boyuta ilişkin uygulama öncesinde kontrol grubu öğrencilerinin verdikleri cevapların analizi Tablo 4.36’da verilmektedir.

Tablo 4.36. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teoriler değişir	29	%100

Kontrol grubu öğrencilerinin tümü bilimsel teorilerin değişebileceğini belirtmişlerdir (n=29, %100). Öğrenciler gerekçe olarak bilimde her şeyin %100 doğru olmadığını, kesinlik içermediğini (n=4, %14), farklı şartlarda, yeni teknolojiler kullanılırsa deney sonuçlarının değişebileceğini (n=18, %62), teorilerin kanıtlanmamış ya da aksi kanıtlanırsa değişebilecek bilgiler olduğunu (n=7, %24) belirtmişlerdir.

Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı, aşağıda verilmektedir:

“Teoriler değişebilir. Günümüzde yeni teoriler ortaya atılıyor ve eski teoriler çürütülüyor. Bilimde her şey yüzde yüz kesin değildir diyemeyiz...” Öl

“Bilimde hiçbir şey kesin değildir. Her bilgi ya da ispat başka bir ispatla değişebilir. Teori değişebilir çünkü belirli kanıtlar öne sürdüğümüz halde elle

tutulan gözle görülen bir kavram değildir bilim ve olamaz. Hiçbir zaman yüzde yüz emin olamayız...” Ö11

“Bilimsel teori değişebilir. Çünkü daha önceden kanıtlanmış bir deney günümüz şartlarında tekrar yapıldığında daha farklı sonuçlar elde edilebilir...” Ö2

“Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra bu teori değişebilir. Bilim insanlarının çalışmaları ve yaptıkları deneyler sonucu yeni bilgiler ortaya çıkmaktadır. Böylece eski bilgilerin geçerliliği ortadan kalkar ulaşılan sonuçlar eski bilgilerin yerini alır. Bilgi kanıtlar sonucu değişebilecek bir kavramdır. İnsanoğlu yaptığı çalışmalar sonucu yeni şeyler öğrenir...” Ö4

“Bilimsel teori değişebilir bence. Çünkü teorilerin fikirlerden oluşur kesin bir ispatlanmışlığı yoktur. Ama gerçekliği de içeriyor olabilir...” Ö15

“Teoriler değişebilir çünkü teori ispatlanmamıştır ve kesinliği yoktur bu nedenle insanlar teorileri geliştirebilir ve teoriler geliştikçe değişebilir...” Ö19

VNOS-C'nin 6. Sorusunun ikinci bölümünde öğrencilere, teorilerin değişeceğini düşünüyorlarsa bir gün değişecek teorilerin neden fen derslerinde öğretildiklerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde; ders kitaplarında öğretilen teorilerin günümüzde geçerli en açıklayıcı düşünce olması, var olan teorileri öğrendiklerinde nasıl çürütebileceklerini daha iyi görebilecekleri, teorilerin bilimle ilgili kavramlar olması ve bilim tarihinin bir parçası olması açıklamalar arasında yer almaktadır. Bir öğrenci ise teorilerin değişebileceğini belirttiği halde ders kitaplarında yer alan teorilerin değişmeyecek teoriler olduğunu ifade etmiştir.

Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı, aşağıda verilmektedir:

“...Öğrenmemizin sebebi bilim dünyasının onu kabul etmesi ve o olayı açıklayan en açıklayıcı düşünce olmasıdır. Örnek olarak Big Bang'in mantığı bütün atomlar güneşten kopmuştur. Ama yeni delillerle bu teori desteklenebilir ya da çürütülebilir...” Ö21

“...Bir teoriyi değiştirebilmek için o teoriyi ve o teoriyi ilgilendiren konuları bilmek zorundayız. Sonuçta bilim insanları da böyle yetişir. Örneğin atom hakkında bir teoriyi çürütmek için iyi kimya ve matematik bilginin olması gerekir.” Ö6

“...İlk okulda fen bilimleri dersi olarak fizik, kimya, biyoloji birlikte işliyorduk. Şimdi ise ayrı ayrı işliyoruz. **Teoriler de bilim ile ilgili kavramlardır.** Bunun için fen derslerinde öğreniyoruz...” Ö8

“...Nasıl Dalton, Rutherford atom modellerini en başından beri öğreniyorsak bundan sonra farklı bir teori gelişse de onu da öğreneceğiz ve örnek olarak **atomun tarihi hakkında daha fazla bilgi sahibi olacağız ...**” Ö24

“...**Teori değişebilir** ama bu değişim her teori için geçerli değildir sonuçta bize şu ana kadar öğretilenler **değişmeyecek her yönü ile kanıtlanmış teorilerdir...**” Ö10

Ölçekte yer alan beşinci soruda, bilimsel teori ve kanunlar arasındaki fark olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerinin tamamının (n=29, %100), bilimsel kanunları, evrensel, doğruluğu kesin, ispatlanmış ve değişmez bilgi olarak tanımladıkları görülmektedir. Konuyla ilgili kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından bazı alıntılar, aşağıda verilmektedir:

“Bence bilimsel **kanun hiçbir zaman değişmez**, bilimsel **teori değişebilir.**” Ö10

“Bilimsel **teori** geliştirilebilir, **değiştirilebilir.** Ancak **bilimsel kanun kesinlik kazanmıştır ve asla değiştirilemez...**” Ö8

“Teori kanıtlanmamış, kanun ise **herkes tarafından kabul edilmiştir.** Paralel evrenler teoridir, kanıtlanmamıştır, yerçekimi bir kanundur, **kanıtlanmıştır...**” Ö26

Kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel teori değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrılarak Tablo 4.37’de verilmektedir.

Tablo 4.37. Kontrol Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	2	%7	“...Her teori değişmez sonuçta şu an bize öğretilen teoriler her yönü ile kanıtlanmış teorilerdir...” Ö10
Değişken	15	%52	“Evet değişebilirler. Çünkü doğruluğu kanıtlanmamış mantiken doğru bilgilerdir. Bir gün bir bilim adamı tarafından bir deney yaparak ispatlanabilir” Ö3
Bilgili	12	%41	“Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra bu teori değişebilir. Bilim insanlarının çalışmaları ve yaptıkları deneyler sonucu yeni bilgiler ortaya çıkmaktadır. Böylece eski bilgilerin geçerliliği ortadan kalkar, ulaşılan sonuçlar yeni bilgilerin yerini alır. Bilgi kanıtlar sonucu değişebilecek bir kavramdır...” Ö4

Tablo 4.38 incelendiğinde, kanunların değişebilir doğasına ilişkin bilgili ve değişken görüşe sahip kontrol grubu öğrencisi olmadığı görülmektedir. Tüm kontrol grubu öğrencileri, kanunların kesin doğru ve evrensel olduğunu ve bu sebepten değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Tablo 4.38. Kontrol Grubunun Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	29	%100	“...Ancak bilimsel kanunlar kesinlik kazanmıştır ve asla değiştirilemezler...” Ö8
Değişken	-	-	-
Bilgili	-	-	-

Bu boyuta ilişkin uygulama öncesinde Deney 1 grubu öğrencilerinin verdikleri cevapların analizi Tablo 4.39’da verilmektedir.

Tablo 4.39. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teoriler değişir	28	%97
Teoriler değişmez	1	%3

Deney 1 grubundan 28 öğrenci bilimsel teorilerin değişebileceğini belirtmiştir (n=28, %97). Bu gruptan bir öğrenci ise bilimsel teorilerin değişmeyeceğini ifade etmiştir (n=1, %3). Bilimsel teorilerin değişebileceğini ifade eden açıklamalar incelendiğinde, öğrenciler (n=19, %66) gerekçe olarak bilimin zamanla geliştiğini ve değiştiğini, yeni araştırmalar yapılarak yeni bulgular bulunduğunu, böylelikle yeni teorilerin ortaya çıkabileceğini ifade etmiştir. Öğrenciler bir kısmı (n=4, %14) teorilerin değiştiğinde kanuna dönüşeceğini, diğer bir grup öğrenci (n=5, %17) teorilerin kanıtlanmamış, ispatlanmamış bilgi oldukları için değişmeye açık olduğunu ifade etmişlerdir. Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı, aşağıda verilmektedir:

“Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra o teori değişebilir. Çünkü bilim zaman ilerledikçe gelişir ve doğru bildiğimiz bilgilerin aslında yanlış olduğunu anlayabiliriz...” Ö31

*“Teoriler değişebilir çünkü bir teorinin üzerine **yeni bir bilgi ile** bir deney yapıldığında **yeni bilgiler, teoriler elde edilir.** Örneğin Faraday’ın elektroliz deneyinden sonra üzerine başka deneyler yaparak elektronun kütlesi bulundu ...”*
Ö48

*“Teoriler karşı teoriler ile çürütülebilir çünkü **kanun haline gelmemişlerdir...**”*
Ö56

*“Evet değişebilir örneğin atom modellerini ele alalım Rutherford, Dalton, Bohr ve Thomson gibi insanlar atom modelleri ortaya koydu, bunların hepsi teoriydi. Ama zamanla birbirini çürütürük teorilerini değiştirdiler. Teoriler değişebilir çünkü dünyamızdaki bilgi birikimi arttıkça daha kesin sonuçlar bulunuyor. Ayrıca **teoriler kanunlara da dönüşebilir...**”* Ö57

*“Teorilerin değişebileceğini savunuyorum çünkü **teori kanıtı olmayan bir bilgidir** fakat aksi kanıtlanmadığı sürece yanlış kabul edilemez...”* Ö43

*“Bilimsel teoriler **değişebilir.** Dalton atom teorisi değişmiştir çünkü teoriler **ispatlanmamıştır ...**”* Ö45

Bilimsel teorilerin değişmeyeceğini belirten öğrenci gerekçe olarak teorileri ispatlayan delillerin olmasını göstermiştir. Aşağıda öğrencinin cevabı yer almaktadır:

*“**Değişmez** çünkü onları açıklayan, kanıtlayan kanunlar vardır...”* Ö46

VNOS-C’nin 6. Sorusunun ikinci bölümünde öğrencilere, teorilerin değişeceğini düşünüyorlarsa bir gün değişecek teorilerin neden fen derslerinde öğretildiklerini açıklamaları istenmiştir. Teorilerin değişeceğini düşünen 28 öğrencinin cevabı incelendiğinde; ders kitaplarında öğretilen teorilerin günümüzde geçerli en doğru bilgi olması, teorilerin nasıl çürütüldüğünü öğrenmek ve yeni teorilerin gelişmesine katkı sağlamak, değişen teorilerin hatalarını öğrenmek, bilimin nasıl geliştiğini öğrenmek açıklamalar arasında yer almaktadır. Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı, aşağıda verilmektedir:

*“...Fen derslerinde bunları görmemizin sebebi ise bu zamana kadar elimizdeki **en iyi ve en doğru düşünceyi** öğrenmektir...”* Ö51

*“...Şimdiki teorinin **nereden, nasıl ya da kimden yararlanarak ortaya atıldığını** anlamamız açısından öğretiliyordur. Ya da **geçmişte** neler ortaya atıldı, neler*

yapıldı, **hangi çalışmalar yapıldı** öğrenirsek bunlardan yararlanarak bizimde bir çalışmamız olabileceği düşünülmüştür.” Ö30

“...teorileri fen derslerinde görüyoruz çünkü **teorinin çürütülmesi evresini** öğrenciler öğrenmiş oluyorlar...” Ö36

“...Değişebilecek bu teorilerin fen derslerinde öğretilmesinin sebebi ise bu teorilerin gelişmesine yardımcı olmaktır. Yani öğrencilerin gelecekte bu **teorilerden yola çıkarak yeni teoriler** geliştirmeleridir ...” Ö53

“...Öğrenmemizin nedeni ise bilimin **nerden nereye geldiğini ve aşamalarını anlamamız** için olabilir. Sonuçta bir bilim insanı bir teori ortaya atıyor sonra yavaş yavaş diğer bilim insanları bunu geliştiriyor değiştiriyor...” Ö54

Ölçekte yer alan beşinci soruda, bilimsel teori ve kanunlar arasındaki fark olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde 28 öğrencinin (n=28, %97), bilimsel kanunları, evrensel, doğruluğu kesin, ispatlanmış ve değişmez bilgi olarak tanımladıkları görülmektedir. Bir öğrenci ise her kanunun doğru olmayabileceğini belirtmiştir. Konuyla ilgili Deney 1 grubu öğrencilerinin cevaplarından bazı alıntılar, aşağıda verilmektedir:

“Bence teori evet kanıtlanmış ama değiştirilebilir ama kanun kanundur **değiştirilemez, kesindir**, zaten bazı şeyler kanun olmalı çünkü bilimin temeli değişir...” Ö57

“Bilimsel kanun **kesin olarak kabul edilmiştir. Doğruluğu tartışılmaz** ancak **bilimsel teori** geliştikten sonra da farklı düşünceler ile **çürütülebilir veya değiştirilebilir**...” Ö32

“Kanun **kesinleşmiştir** ve bunun üzerine bir yorum veya düzeltme gerektirmez, **teori doğruluğu tam olarak ispatlanmamış** ama üstünde çalışılmış bilimsel bilgilerdir...” Ö49

“Bilimsel teori doğruluğu kesin olmayan, **bilimsel kanun doğruluğu kesin olandır**. Ancak bu kanunlardan ne kadar eminiz, bildiğimiz her şey yanlıştır demek istemiyorum. Tabi ki bu kanunlardan bazıları doğru çıkabilir. Demek istediğim **her kanun doğru çıkmayabilir**...” Ö55

Deney 1 grubu öğrencilerinin bilimsel teori değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrılarak Tablo 4.40’da verilmektedir.

Tablo 4.40. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	4	%14	"...Bilimsel teori bilim ile ilgili öne sürülen fikirlerdir. Teori değişmez çünkü onları açıklayan kanıtlayan kanunlar vardır ..." Ö46
Değişken	16	%55	"Bilimsel teori kanıtlanmamıştır, doğruluğu kesin değildir. Bilimsel teoriler geliştirilebilir. İnsanoğlu hep bir arayış içindedir ve araştırmak ister. Araştırdıkça yeni sonuçlar elde edebilir veya olan teoriyi geliştirebilir..." Ö53
Bilgili	9	%31	"Teori değişebilir çünkü farklı bir teori ortaya atılır ve doğruluğu kanıtlanabilir ya da var olan teoriden yararlanarak daha gelişmiş bir teori ortaya çıkar. Teorilerin doğruluğu deneylerle kanıtlanmıştır fakat üzerine yeni bilgiler eklenebilir..." Ö30

Tablo 4.41 incelendiğinde, kanunların değişebilir doğasına ilişkin değişken görüşe sahip bir deney 1 grubu öğrencisi olduğu görülmektedir. Deney 1 grubu öğrencilerinin çoğu kanunların kesin doğru ve evrensel bilgiler olduğunu ve bu sebepten değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Tablo 4.41. Deney 1 Grubunun Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	"...Kanun kesin olarak doğru üstüne daha bilgi eklenemez, doğruluğu deneyler sonucu ispatlanmıştır ve sonunda formül ya da kesin bilgi elde edilir..." Ö40
Değişken	1	%3	"...Bilimsel kanun doğruluğu kesin olandır. Ancak bu kanunlardan ne kadar eminiz. Bildiğimiz her şey yanlıştır demek istemiyorum. Tabi ki bu kanunlardan bazıları doğru çıkabilir..." Ö55
Bilgili	-	-	-

Bu boyuta ilişkin uygulama öncesinde Deney 2 grubu öğrencilerinin verdikleri cevapların analizi Tablo 4.42’de verilmektedir.

Tablo 4.42. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teoriler değişir	26	%90
Teoriler değişmez	3	%10

Deney 2 grubu öğrencilerinin çoğunluğu bilimsel teorilerin değişebileceğini belirtmişlerdir (n=26, %90). Aynı gruptan 3 öğrenci ise bilimsel teorilerin değişmeyeceğini ifade etmişlerdir. Bilimsel teorilerin değişeceğini düşünen öğrenciler gerekçe olarak teorilerin kesin bir sonucu olmadığını (henüz kanuna dönüşmediklerini) (n=9, %35), bilimin yeniliğe ve ilerlemeye açık olduğunu, gelişen teknoloji ile kullanılan araçların da geliştiğini (n=5, %19), yeni deneyler yapıldıkça yeni bilgilerin ortaya çıkacağını (n=12, %46) belirtmişlerdir.

Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı aşağıda verilmektedir:

“Teoriler değişebilir. Sonuçta kesin olarak karar verilmemiştir. Doğru olduğu düşünülür ama kesinlik kazanmamıştır...” Ö63

“Bilimsel teoriler değişebilir. Teori henüz kanun olmadığından eksikleri ya da yanlışları sonradan düzeltilebilir. Örneğin atom teorisi eskiden insanlar atomun bölünemez olduğu düşünülüyordu daha sonradan bilim insanları atomun bölünebileceğini kanıtladı...” Ö69

“Evet değişebilir çünkü bilimde kesin kurallar yoktur. Bilim yeniliğe, gelişmeye ve değişmeye açıktır. Bilim insanlarının geçmişten bugüne kadar olan çalışmalarına baktığımızda bu teorilerin değiştiğini görebiliyoruz. Örneğin Thomson Atom Modeli Rutherford’un deneyi ile geçersiz hale gelmiştir...” Ö61

“Bence bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü sonuçta bu bir teori yani tahmindir. Tahminlerin bir kesinliği yoktur. Bilim ilerledikçe ve insanlar yeni şeyler öğrenince kanıtlanırsa kanunlaşır eğer teori çürütülürse yeni teoriler ortaya atılır...” Ö65

“Değişebilir. Her geçen gün dünyadaki teknoloji gelişmektedir. Bu değişen teknoloji ile birlikte kullanılan araçlar da değişir...” Ö62

“Bilimsel teoriler değişkendirler bilim adamlarının alanlarında uzman kişilerin yaptıkları çalışmalarla farklı bir boyut kazanıp değişebilirler. Bu değişimin nedeni bu teoriyi çürütecek daha kesin bilgilerin ortaya çıkmasından kaynaklanır...” Ö71

Bilimsel teorilerin değişmeyeceğini belirten 3 öğrenci ise gerekçe olarak teorilerin değişmeyeceğini ama gelişebileceğini, deneylerle kanıtlanmış, kesinlik içeren bilgiler olduğunu ifade etmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bence **değişmez ama teorileri geliştirilebilir**. Örneğin telefon bulunduktan sonra geliştirilerek gramofon yapılması...” Ö59*

*“Benim fikrime göre **değişmez**. Çünkü bilim insanları bir fikir öne sürmeden önce **deneylerden, kaynaklardan ve gözlem yaparak** ortaya attığı fikri **kanıtlar**, nesnelleşir ve kesin bilgi olur...” Ö68*

*“Bence bir düşünce ‘teori’ ismini almışsa o **zaten kesindir, kanıtlanmıştır**. Bir daha **değiştirilme gereği duyulacağını** düşünmüyorum...” Ö77*

VNOS-C’nin 6. Sorusunun ikinci bölümünde öğrencilere, teorilerin değişeceğini düşünüyorlarsa bir gün değişecek teorilerin neden fen derslerinde öğretildiklerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin cevapları incelendiğinde; okul sınavlarında bu teoriler ile ilgili soru sorulabileceği, var olan teorileri iyi öğrenmenin yeni teoriler geliştirmeye ve yeni bilgilere ulaşmaya imkân sağlaması, fen dersinde işlenen bir konuyu ayrıntılı bir şekilde öğrenmek, bilimin nasıl geliştiğini öğrenmek, ders kitaplarında öğretilen teorilerin günümüzde geçerli en açıklayıcı düşünce olması, öğrencilerin bilgileri sorgulamasını sağlaması açıklamalar arasında yer almaktadır. Bir öğrenci ise teorilerin derslerde öğretilmemesi gerektiğini, teoriler değiştiğinde öğrencilerin yanlış öğreneceklerini ifade etmiştir.

Konu ile ilgili öğrenci görüşlerini yansıtan alıntılardan birkaçı, aşağıda verilmektedir:

*“...**Sınavda çıkacağı** için öğreniyoruz...” Ö60*

*“...Bence bu teorilerin Fen derslerinde okutulmasının sebebi, uzun yıllar boyunca bilim adamları tarafından bu teorilere ilgi duyulmasından bunlarla **ilgili birçok deney** yapılıp **farklı bilgilere ulaşılmasından** kaynaklanıyor...” Ö71*

*“...Fen derslerinde bu teoriler öğretilmelidir çünkü yanlış olsalar bile **bilime önemli ölçüde katkı** sağlamıştır...” Ö76*

*“...Fakat henüz kesinlik kazanmamış bir teoriyi fen derslerinde öğretmenin yanlış olduğunu düşünmüyorum. Çünkü bir teori o konuya açıklık kavuşturmak amacıyla ortaya atılır. O konu hakkında hiçbir şey bilmemektense **bir fikrimizin olması daha önemlidir**. Örneğin atom teorisi zamanla değişebilir ve değişen teorinin tam olarak nasıl olduğunu bildiğimiz için neden yanlış olduğunu daha rahat kavrarız ...” Ö63*

“...Bize şimdi kabul edilen teoriler öğretiliyor çünkü şu an elimizde olan en iyi bilgi bu daha da geliştirilirse yeni bir teori olarak gelir karşımıza...” Ö81

*“...Teorileri öğrenmek en basit şekilde bize farklı düşünmeyi öğretir. Teorileri öğrenmek bizim konulara **bakış açımızı değiştirebilir...**” Ö70*

Ölçekte yer alan beşinci soruda, bilimsel teori ve kanunlar arasındaki fark olup olmadığı sorulmuştur. Deney 2 grubu öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerinin çoğunun (n=27, %93), bilimsel kanunları, evrensel, doğruluğu kesin, ispatlanmış ve değişmez bilgi olarak tanımladıkları görülmektedir. Bu gruptan bir öğrenci ise kanunları doğadaki gözlemlere dayalı kabul edilen bulgular olarak tanımlamış, kanunların değişebilir doğasına dair görüş bildirmemiştir. Diğer bir öğrenci ise kanunu tanımlarken doğruluğu kesin ve şu an için yanlış olduğu kanıtlanamayan yargılardır, ifadesini kullanmıştır. Öğrencinin aynı zamanda teorilerin ispatlandığında kanuna dönüşeceği kavram yanılgısına sahip olduğu görülmektedir. Konuyla ilgili deney 2 grubu öğrencilerinin cevaplarından bazı alıntılar, aşağıda verilmektedir:

*“Bence, kanun bilimsel **%100 olarak kanıtlanmış** hipotezlerdir, o konu ile ilgilenen tüm insanlar **doğruluğunu kabul etmiştir.**” Ö69*

*“**Bilimsel teori geliştirilebilir fakat bilimsel kanun değişmez, çünkü kanun kesin ve değiştirilemez bir bilgi ve kuraldır...**” Ö74*

*“**Bilimsel kanun doğruluğu kesinleşmiş** teorilerdir. Her yerde **aynıdır, evrenseldir...**” Ö63*

Deney 2 grubu öğrencilerinin bilimsel teori değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrılarak Tablo 4.43’de verilmektedir.

Tablo 4.43. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	5	%17	<i>“...Benim fikrime göre değişmez. Çünkü bilim insanları bir teori öne sürmeden önce deneylerden, kaynaklardan ve gözlem yaparak ortaya attığı fikri kanıtlar. Nesnelleşir ve kesin bir bilgi olur ...” Ö68</i>
Değişken	17	%59	<i>“Bence bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü sonuçta bu bir teori yani tahmindir. Tahminlerin bir kesinliği yoktur. Bilim ilerledikçe ve insanlar yeni şeyler öğrenince bu kanıtlanırsa kanunlaşır eğer teori çürütülürse yeni teoriler ortaya atılır...” Ö65</i>
Bilgili	7	%24	<i>“Teoriler geliştirildikten sonra değişebilir çünkü insanların kesin olarak bilemediği bilgiler yeni fikirler ortaya atıldıkça değişir...” Ö67</i>

Tablo 4.44 incelendiğinde, kanunların değişebilir doğasına ilişkin bilgili görüşüne sahip deney 2 grubu öğrencisi olmadığı görülmektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinin çoğu, kanunların kesin doğru ve evrensel olduğunu ve bu sebepten değişmeyeceğini ifade etmiştir. Bir öğrenci kanunları doğada var olan olaylar olarak tanımlamıştır.

Tablo 4.44. Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	“...Bilimsel teori geliştirilebilir fakat bilimsel kanun değişmez, çünkü kanun kesin ve değiştirilemez bir bilgi ve kuraldır...” Ö74
Değişken	1	%3	“...Kanun doğada öyle olduğu kabul edilen bulgulardır...” Ö75
Bilgili	-	-	-

4.2.4. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimde Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan yedinci ve sekizinci sorular öğrencilerin bilimde gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna ilişkin görüşlerini ölçmeyi hedeflemektedir. Ölçeğin yedinci sorusunda bilim insanlarının atomun yapısından ne kadar emin oldukları ve atomun yapısını belirlemede kullandıkları deliller, sekizinci soruda ise biyolojik tür tanımlarından nasıl emin oldukları ve türleri belirlerken ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur.

Bilim gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara bağlıdır. Gözlemler duyu organları yardımı ve çeşitli araçlarla yapılırken, bu gözlemlerin bilim insanları tarafından yorumlanması çıkarımlarıdır (Doğan, Çakıroğlu, Bilican ve Çavuş, 2012). Duyularla gözlenemeyen olayları ifade etmek için de çıkarımlar kullanılır (Yenice, 2015). Bilim insanların bakış açıları gözlemlerine ve çıkarımlarına etki eder. Bu tanımların ışığında VNOS-C ölçeğinde yer alan yedinci ve sekizinci sorulara öğrencilerin verdikleri cevaplar kodlandıktan sonra atomun yapısını ve biyolojik türlerin belirlenmesi görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflandırılacaktır.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi bu sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.45, 4.46, 4. 47 ve 4.48’de verilmektedir.

Tablo 4.45. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneyler ile	14	%48
Çalışmalar, araştırmalar ile	4	%18
Mikroskop ile	12	%41
Birçok alet ile	1	%3

Kontrol grubu öğrencilerinin bir kısmı (%48) bilim insanlarının atom yapısını, yapılan deneylerle belirlediklerini ifade etmiştir. Aşağıda, bu cevaplardan bazı örnekler sunulmaktadır:

*“Bilim insanları atomla ilgili **deneyler yaparak protonu, nötronu ve elektronu bulmuşlardır**. Yaptıkları deneylerde elektronların çekirdeğin yörüngesinde döndüklerini fark etmişlerdir.” Ö2*

*“Bilim insanları atomun yapısından çok emin değiller, atom maddenin en küçük birimidir ve atomu araştırmak pek kolay değildir. Bilim insanlarının atom hakkında birçok teorileri olmuştur ve aksini ispatlamak için **gözlemler, deliller kullanmışlardır, birçok deneyler yapmışlardır**.” Ö 20*

*“Atom modeli hakkında pek çok bilim adamı pek çok deneyler yapmışlardır. Ve bu deneyler sonucunda birçok model çıkmıştır. Bence hala kesin bir model yoktur çünkü atomlar çok küçük olduklarından normal mikroskoplarla bile görünmez fakat bilim insanlarının **geliştirdikleri deneyler ve mikroskoplarla atom hakkında bilgi sahibi olabiliriz**.” Ö16*

Kontrol grubu öğrencileri atom modelleri konusunu uygulama başlamadan önce kimya derslerinde gördükleri halde atom modellerinin gelişirken yapılan deneylerden bahsetmemişlerdir. Alıntılarda da görülebileceği gibi öğrenciler yapılan deneylerle proton, nötron ve elektronun keşfedildiğini belirtmişlerdir. Bu gruptan Ö3 ve Ö21 bilim insanlarının yapılan deneyleri yorumlayarak ya da deneylerin ışığında akıl yürüterek atom modellerinin açıkladıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Öncelikle çok emin değiller. Çünkü atom gözle görünemeyen bir parçacık. Bu bilgilere deney yaparak ulaşmışlar ve kesinliği tam olarak yok. **Delil olarak deneylerde yaptıkları gözlemlerle yorum yaparak atom modelini tarif ediyorlar**.”*

Ö3

*“Aslında onlarda emin değil sadece **deneylerin ışığında yürüttükleri mantıksal bir açıklama bir açıklama sadece** bu, atomlar o kadar küçük ki mikroskoplarla gözlemlenemiyor sadece bazı deneyler atomun varlığını işaret ediyor. Bilimin delilleri Rutherford deneyi küçük bir çekirdek ve büyük boşluklar oluştuğunu kanıtlar, bunun gibi...” Ö21*

Kontrol grubu öğrencilerinden 12 kişi atomun yapısının mikroskopla belirlendiğini belirtmiştir. Bazı öğrenciler atomun yapısının teleskopla belirlendiğini ifade etmişlerdir. Bu durum bazı öğrencilerin görüntüleme araçları ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını göstermektedir. Aşağıda, öğrencilerin cevaplarından kesitlere yer verilmiştir:

*“Bilim insanları atomu şu an böyle tarif ediyor. Fakat bu durumdan yüzde yüz emin değiller ve bu düşünce değişebilir. Bilim insanları atomu gözle göremezler. Ancak **mikroskop gibi aletler aracılığı** ile bu verilere ulaşırlar...” Ö11*

*“Bilim adamları atomun yapısından kesin emindirler. **Mikroskop ya da ileri seviyede gözlem aletleri** ile gözlemleyebilirler ve bu sayede atomun yapısına karar verirler.” Ö14*

*“Bu konuda yıllarca çalışma yapılmış ve sonuçlara varılmıştır. Geçmişteki bilim adamlarının çizdiği atom modellerine göre düşünceleri şekil almış ve **deneyler** yapmışlardır. **Özel teleskoplarla** gözlenebilirler.” Ö9*

Kontrol grubundan toplam beş öğrenci atomların yapısını belirlemek için birçok çalışmalar, araştırmalar yapıldığını ve çeşitli aletler kullanıldığını ifade etmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin açıklamalarından alıntılara yer verilmiştir.

*“Bilim insanları **yıllar boyu süren çalışmalarından** sonra atomun yapısının bu olduğu fikrine varmıştır. Bu konuda yüzde yüz emin değildir. Buna o günün **teknolojisi** de etkili olmuştur. Atomlar gözle görülemez parçacıklardır. Ancak mikroskop yardımıyla görülebilir...” Ö1*

*“Bilim insanları atom konusunu yıllardır araştırmaktadır. Eski verilerden yola çıkarak o verileri daha da geliştirmiş ve yanlışını, doğrusunu göstermişlerdir. Her geçen gün atom ile ilgili yeni bir teori ortaya atılıyor. **Birçok aletle atomlar araştırılmış ve gözlenmiştir.**” Ö13*

VNOS-C testinin 7. Sorusunda bilim insanlarının atomun yapısından emin olup olmadıkları sorulmuştur. Her öğrenci sorunun bu kısmını cevaplamamıştır. Sorunun bu

kısmını cevaplayan 7 öğrenci bilim insanlarının atomun yapısından emin olduklarını ifade etmiştir, 11 öğrenci ise bilim insanlarının emin olmadıklarını belirtmiştir.

Sorunun son bölümünde ‘atomlar gözlenir mi’ sorusuna sekiz öğrenci gözlenir cevabını vermiştir. Bu öğrencilerden ikisi günümüz teknolojisi ve mikroskop yardımı ile gözlenebileceğini belirtmiştir. Ö27 atomların elektron mikroskobu ile gözlenebildiğini fakat bilim insanlarının atom altı parçacıklarının varlığından tam olarak emin olmadıklarını ifade etmiştir. Bu soruya dört öğrenci gözlenemez cevabını vermiş, iki öğrenci ise çeşitli bulgular aracılığı ile atomun yapısı hakkında yorum yapılabileceğini belirtmiştir.

Kontrol grubu öğrencilerinin yedinci soruya verdikleri cevaplar gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna yön veren kavramların ışığında incelendiğinde 2 kontrol grubu öğrencisinin bilgili, 6 öğrencinin değişken ve 21 öğrencinin ise zayıf görüşe sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.46).

Tablo 4.46. Kontrol Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	21	%72	<i>“Sonuçta bu insanlar mikroskoplar ve çeşitli cihazlarla atomu incelemiş ve ona göre karar vermişlerdir. Bu yüzden atomun yapısının farklı olduğu gibi pek fazla şüphem yok. Sonuçta bilim insanları bütün dünyada var ve eğer hepsi aynı düşüncede ise bu deliller kesindir...” Ö10</i>
Değişken	6	%21	<i>“Bilim insanları atom hakkında çok uzun zaman araştırma yapmışlar. Ve bu araştırmalar günümüze kadar devam etmektedir. Bilim insanları atomun yapısı hakkında çalışmayı hala yapmaktalar. Ancak atom çok küçük olduğu için gözlenemez. Çeşitli deneylerle etkileri araştırılır.” Ö4</i>
Bilgili	2	%7	<i>“Öncelikle çok emin değiller. Çünkü atom gözle görünemeyen bir parçacık. Bu bilgilere deney yaparak ulaşmışlar ve kesinliği tam olarak yok. Delil olarak deneylerde yaptıkları gözlemlerle yorum yaparak atom modelini tarif ediyorlar.” Ö3</i>

Gözlem ve çıkarım ilişkisi hakkında görüşleri araştıran diğer bir soru olan 8. soruda, bilim insanlarının, yaptıkları biyolojik tür tanımından nasıl emin oldukları ve türleri ayırt etmede ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur. Kontrol grubunun uygulama öncesi, verdikleri cevaplara ait frekans ve yüzde tablosu Tablo 4.47’de verilmektedir.

Tablo 4.47. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlemler ile	16	%55
Genetik özellikleri, fiziksel özellikleri	9	%31
Beslenme, yaşayış ve üreme şekilleri	4	%14

8 (%27) kontrol grubu öğrencisi bilim insanlarının yaptıkları tür tanımından emin olduklarını ifade ederken, 4 (%14) öğrenci ise emin olmadıklarını belirtmiştir. Diğer öğrenciler ise bu konuda görüş bildirmemişlerdir. 16 kontrol grubu öğrencisi (%55), bilim insanlarının deney ve gözlem yaparak, 9 öğrenci (%32) canlıları genetik ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırarak, 4 öğrenci (%14) ise beslenme, yaşayış ve üreme şekillerine göre tür kavramının belirlendiğini ifade etmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplardan alıntılara, aşağıda yer verilmiştir:

*“Eski bilgilere de bakarak bu bilgileri geliştirmişlerdir. Birçok **deney ve araştırma** yapmışlardır. Kesin ya da kabul edilebilir deliller ortaya atmışlardır”* Ö13

*“Bu tanımlamalardan emin olmalarının **sebebi yaptıkları deneylerdir**. Bilim insanları bu türleri birbirinden ayırt ederken **yaşadıkları ortama ve genetik** bilgilerini de bakarlar.”* Ö25

*“Bilim insanları bu konuda **deneyden çok gözlem metodu** kullanmıştır. Ama yeni bir sınıfta gruplandırabilirler, keşfedilmemiş türler dahi olabilir.”* Ö23

Öğrencilerin bir kısmı bilim insanlarının türleri genetik ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırdıklarını ifade etmiştir.

*“İlk önce **dış görünüşlerinden yararlanabilirler** ya da **benzerliklerinden ve hücrelerindeki DNA’larda** yardımcı olabilir”* Ö3

*“DNA’larını, **kromozomlarını bütün genetik yapısını** inceliyorlar. Hepsinin özelliği bilindikten sonra türleri böyle ayırt ediyorlar ve bence eminler”* Ö15

Bu grupta bulunan 4 öğrenci ise türlerin beslenme, yaşayış ve üreme şekillerine göre sınıflandığını belirtmiştir.

*“Etrafımızdaki canlıları incelediğimizde zaten bu tanımın **doğru olduğunu** görüyoruz. Türleri birbirinden ayırt etmede **beslenme, yaşayış şekli, üreme şekli** gibi genel özellikler kullanılır”* Ö5

Sekizinci soruya ek olarak farklı türlerin çiftleşebilmesinin soruda tarif edilen tür kavramı ile çelişip çelişmediği sorulmuştur. Yedi öğrenci (%24) farklı türlerin çiftleşmesinin tür kavramı ile çeliştiğini, 22 öğrenci (%76) ise çelişmediğini ifade etmiştir. Çelişir diye cevap veren öğrenciler gerekçe olarak tür olmanın ortak özellik taşımak ile ilgili olduğunu, sadece ortak özellik taşıyanların çiftleşebileceğini, bu durumun istisna olabileceğini, genetik yapılarının uyumlu olabileceğini, yeni bir türün oluştuğunu ve tür kavramına uymadığını belirtmiştir. Çelişmez diye cevap verenler ise tür kavramının genel bir düşünce olduğunu istisnaların olabileceğini, yeni bir canlı oluştuğu için yeni bir isim alacağını, çiftleşen türlerin benzer özellikleri sahip olduklarını, farklı türlerin çiftleşemeyeceğini ifade etmişlerdir.

Sekizinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde, kontrol grubundan 24 öğrencinin zayıf ve 5 öğrencinin değişken görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu soruda bilgili görüşte değerlendirilebilecek bir cevap bulunmamaktadır (Tablo 4.48).

Tablo 4.48. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Dış görünüş ve genetik bilgilerden yararlanarak türleri ayırt edebilirler. Türden kastın hayvanlar ve bitkilerin kısmen benzer bir görünüş ve benzer bir genetik bilginin oluşturduğu topluluğa denebileceğini düşünüyorum. Bence çelişiyor ortak özelliğe sahip olan farklı türlerin çiftleşebileceğine inanıyorum.” Ö16</i>
Değişken	5	%17	<i>“Bilim insanların yaptıkları tür tanımlamasından emin olamamışlardır. Ama bu (fikir) teori herkes tarafından kabul görmüştür. Bu teoriyi ortaya atarken canlıların doğal ortamını ve fiziksel hallerini düşünmüşlerdir. Bence çelişmemektedir. Yukarıda verilen tür kavramı genel bir olgudur. Burada verilen kurt ve köpeğin çiftleştirilmesi bir istisnadır.” Ö1</i>
Bilgili	-	-	-

Deney 1 grubu öğrencilerinin uygulama öncesi yedinci ve sekizinci sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.49, 4.50, 4.51 ve 4.52’de verilmektedir.

Tablo 4.49. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlem ile	15	%52
Çalışmalar, araştırmalar ile	5	%17
Mikroskop ile	4	%14
Birçok alet ile	4	%14
Var olan teoriler yardımıyla	2	%7

Deney 1 grubu öğrencilerinin yarısından fazlası (%52) bilim insanlarının atom yapısını, yapılan deneylerle ve gözlemlerle belirlediklerini ifade etmiştir. Aşağıda, bu cevaplardan alıntılara yer verilmiştir:

*“Bence bilim insanları atomun yapısından yapılan **deney ve gözlemlerin** sonucundan yararlanarak bilgi sahibidirler. Başka bir düşünce bilimsel olarak kanıtlanan kadar eminler...” Ö31*

*“Bence şu an bilim insanları atomun yapısından çok az eminler çünkü gözle göremedikleri bir şeyi araştırıyorlar. Bilim adamları atomun yapısını belirlerken **bir sürü deney yaparak** anlamışlardır. Bu deneyler genellikle ışık kullanılarak yapılıyor...” Ö39*

*“Şu an Modern Atom Teorisi kabul edilmekte ve bence bir gün değişebilir. Bu kesin olmayabilir. **Deneysel görüşlerin** yanı sıra bir hipotez veya teori ortaya atan bilim insanlarının çalışmalarını da delil olarak gösterebilirler...” Ö52*

Kontrol grubu öğrencilerinin aksine deney 1 grubu öğrencileri atomun yapısının nasıl açıklandığını anlatırken atom modellerinden ve gelişiminden örnekler vermişlerdir. Aşağıda verilen öğrencilerin alıntılarında ilgili açıklamalar bulunmaktadır. Deney 1 grubundan 4 öğrenci atomun yapısının mikroskop aracılığı ile belirlendiğini ifade etmiştir. Aşağıda, öğrencilerin cevaplarından kesitlere yer verilmiştir:

*“**Atom modelleri tarihte** birçok şekil değiştirmiştir. Örneğin **üzümlü kek modelinden** günümüzdeki modele kadar çok değişmiştir: Bence şu an bilim insanları atomun yapısından tam olarak eminler. Nedeni atomun çok güçlü **mikroskoplarla gözlemlenir** oluşu. Ama teknoloji geliştikçe atom modeli değişebilir mi bunu önümüzdeki günlerde göreceğiz...” Ö33*

*“Tarihte **modern atom teorisine** kadar birçok teori ortaya sunuldu ve bundan sonrada sunulacak aksi takdirde bilim gelişmez. Atomun yapısını incelerken*

ışınlar, mikroskoplar ve kimyasal maddeler kullanılabilir ve bu deneylerle ispat yapmaya çalışırlar...” Ö49

“Çeşitli mikroskoplarla ve malzemeler ile deney yaparak belirlemişlerdir. Örneğin; Milikan yağ damlası deneyinde X ışınlarını yağ damlalarını ve mikroskop kullanarak elektronun yükünü bulmuştur. Eğerler deneyler sonucu atomun yapısındaki herhangi bir parçacığın olduğunu kanıtlar ise o konu %99 doğrudur.” Ö53

Deney 1 grubu toplam beş öğrenci (%17) atomların yapısını belirlemek için birçok çalışmalar, araştırmalar yapıldığını belirtmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin açıklamalarından alıntılara yer verilmiştir.

“Atomun yapısından %100 emin olamazlar. Çünkü günümüz atom modelinden önce geçmişte birçok atom modeli ileri sürülmüş fakat çalışmalar yapılarak hep ileri gidilmiş. Belki yıllar sonra atom modelini değiştirecek çalışmalar olabilir” Ö38

“Bilim adamları araştırmalar sonucunda atom yapısı hakkında bilgi edinmişlerdir. Buldukları her şey daha da geliştirilebilir. Atomun yapısını belirlemede deneyler kullanılır. Daha önceki çalışmalardan yararlanabilirler...” Ö41

Deney 1 grubundaki diğer öğrenciler atomların yapısını belirlemek için çeşitli aletler kullanıldığını ve var olan teorilerden yararlandığını ifade etmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin açıklamalarından alıntılara yer verilmiştir.

“Atomlar bence ileride teknolojinin daha da gelişmesi ile belki ülkemizden çıkacak bilim adamları sayesinde oluşturulacak makineler sayesinde gözlenebilir...” Ö40

“Atomlar gözlemlenemez, bilim insanları atomun yapısından tam olarak emin değildirler. Çünkü atomun yapısını görememişlerdir. Geçmişte ortaya konan teorilerden yararlanarak atom hakkında bilgi edinirler...” Ö45

VNOS-C testinin 7. Sorusunda bilim insanlarının atomun yapısından emin olup olmadıkları sorulmuştur. Deney 1 grubundan 9 öğrenci bilim insanlarının atomun yapısından emin olduklarını ifade etmiştir, 18 öğrenci ise bilim insanlarının emin olmadıklarını belirtmiştir. İki öğrenci ise bu konuda görüş bildirmemiştir.

Sorunun son bölümünde ‘atomlar gözlenir mi’ sorusuna dokuz öğrenci gözlenir cevabını vermiştir. Öğrenciler atomun çeşitli cihazlarla ve güçlü mikroskoplarla gözlenebileceğini belirtmiştir. Bu soruya on üç öğrenci gözlenemez cevabını vermiş, bir öğrenci bu konu ile ilgili bir fikrinin olmadığını ifade etmiştir.

Deney 1 grubu öğrencilerinin yedinci soruya verdikleri cevaplar gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna yön veren kavramların ışığında incelendiğinde iki öğrencinin bilgili, yedi öğrencinin değişken ve yirmi öğrencinin ise zayıf görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. (Tablo 4.50).

Tablo 4.50. Deney 1 Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	20	%69	“Atom modelleri tarihte birçok şekil değiştirmiştir. Örneğin üzümlü kek modelinden günümüzdeki modele kadar çok değişmiştir. Bence şu an bilim insanları atomun yapısından tam olarak eminler. Nedeni atomun çok güçlü mikroskoplarla gözlemlenir oluşu. Ama teknoloji geliştikçe atom modeli değişebilir mi bunu önümüzdeki günlerde göreceğiz.” Ö33
Değişken	7	%24	“Atomlar gözlenemez. Çünkü atomlar çok küçük oldukları için gözleyecek aletler yoktur. Atomun modeli kabul görse de bilim geliştikçe atom modeli de değişebilir. Çünkü atomu önceden üzümlü keke benzetiyorlardı ama bilim geliştikçe nötron gibi parçacıkların keşfiyle var olan model değişti” Ö36
Bilgili	2	%7	“Atom gözlenemez ancak atomun bazı özelliklerinden yararlanarak onunla ilgili bilgi edinilir. Ve bilim insanları ancak bu bilgiler doğrultusunda varsayım yaparak bilgilere ulaşırlar. Tüpteki katot ışınlarına manyetik alan uygulandığında ışınların saptığı gözlemlenmiş ve bu atomda + ve – yüklü taneciklerin olduğu düşünülmüştür...” Ö37

Gözlem ve çıkarım ilişkisi hakkında görüşleri araştıran diğer bir soru olan 8. soruda, bilim insanlarının, yaptıkları biyolojik tür tanımından nasıl emin oldukları ve türleri ayırt etmede ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur. Deney 1 grubunun uygulama öncesi, verdikleri cevaplara ait frekans ve yüzde tablosu Tablo 4.51’de verilmektedir.

Tablo 4.51. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlemler ile	5	%17
Genetik özellikleri, fiziksel özellikleri	13	%45
Beslenme, yaşayış ve üreme şekilleri	9	%31
Sınıflama yapmak için	4	%14

Deney 1 grubu öğrencilerinin %48'i (14 öğrenci) bilim insanlarının yaptıkları tür tanımından emin olduklarını ifade ederken, 2 (%7) öğrenci ise emin olmadıklarını belirtmiştir. Diğer öğrenciler ise (%45) bu konuda görüş bildirmemişlerdir. 5 deney 1 grubu öğrencisi (%17) bilim insanlarının deney ve gözlem yaparak, 13 öğrenci (%45) canlıları genetik ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırarak, 9 öğrenci (%31) ise beslenme, yaşayış ve üreme şekillerine göre sınıflandırarak tür kavramının belirlendiğini ifade etmişlerdir. 4 öğrenci ise sınıflandırmalardan yararlanılarak tür kavramının belirlendiğini ifade etmiştir. Deney 1 grubu öğrencilerinin tür kavramının deney ve gözlem yaparak belirlendiğine dair verdikleri cevaplardan alıntılara, aşağıda yer verilmiştir:

*“Türleri özelliklerine göre ayırıyorlar ve özelliklerine göre yaptıkları grupları alt gruplara ayırırlar. Tür tanımından yapılan **deney ve araştırmalar** sonucunda emin oluyorlar” Ö30*

*“Biz biyoloji dersinde sınıflandırmaları öğreniyoruz ve bu sınıflandırmada sınıf, familya, cins, tür gibi kavramlar kullanılır. Bundan emin olmalarının nedeni uzun yıllar zoologların ve bu bilimle uğraşan insanların **gözlem ve deney** yapmalarıdır” Ö49*

*“Mesela, genetik mühendisleri laboratuvarında kullandıkları dokularla **deney yaparak** emin olabilirler.” Ö52*

Deney 1 grubu öğrencilerinin %45'i bilim insanlarının türleri genetik ve fiziksel özelliklere göre sınıflandırdıklarını ifade etmiştir.

*“Verimli döllerini inceleyebilir, **DNA**'larından yararlanabiliriz” Ö35*

*“Bilim insanları yaptıkları deneylerde farklı hayvanlardan alınan **genleri, yaşam şekilleri, yaşam alanlarını** inceleyerek yıllar içinde bu tür kavramını oturtmuştur” Ö51*

*“Türlerin **birbiri ile olan benzerlikleri** ve **ortak özellikleri** türleri birbirinden ayırt etmek için başvurdukları bir yöntemdir” Ö33*

Bu grupta bulunan dokuz öğrenci ise türlerin beslenme, yaşayış ve üreme şekillerine göre sınıflandığını belirtmiştir.

*“Bilim insanları türleri ayırırken **üreme şekillerine, beslenme şekillerine, hareket şekillerine** göre ayırır. **Omurga yapısı ve üreme şekline** bakarak ayırır” Ö42*

*“Yaşadıkları **ortama, çiftleşmelerine, beslenmelerine** göre birbirinden ayırt eder” Ö38*

Dört deney 1 grubu öğrencisi bilim insanlarının türleri sınıflandırmadan yararlanarak canlıları türlere ayırdıklarını ifade etmiştir.

*“Bilim insanları, bazı **sınıflandırmalardan yararlanarak canlılar ile ilgili bilgileri** bir yere topladılar. Canlıların homolog ve analog organlarından faydalanarak onları sınıflandırdılar” Ö37*

Sekizinci soruya ek olarak farklı türlerin çiftleşebilmesinin soruda tarif edilen tür kavramı ile çelişip çelişmediği sorulmuştur. Dokuz öğrenci (%31) farklı türlerin çiftleşmesinin tür kavramı ile çeliştiğini, 19 öğrenci (%66) ise çelişmediğini ifade etmiştir. Çelişir diye cevap veren öğrenciler gerekçe olarak çoğu farklı türün çiftleştiğinde verimsiz döller oluşturduğunu, bu durumun istisna olduğunu, farklı türler çiftleştiğinde melez türlerin meydana geldiğini, çiftleşme şekilleri benzerse mümkün olabileceğini, türlerin o kadar farklı olmadığını, DNA yapılarının uyumlu olabileceğini, tür tanımının değişebileceğini ifade etmişlerdir. Çelişmez diye cevap verenler (%66) ise istisnaların olabileceğini, kurt ve köpeğin özelliklerinin birbirine benzediğini, aynı familyaya ait olabileceklerini belirtmişlerdir.

Sekizinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde, deney 1 grubundan 25 öğrencinin zayıf ve 4 öğrencinin değişken görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu soruda bilgili görüşte değerlendirilebilecek bir cevap bulunmamaktadır (Tablo 4.52).

Tablo 4.52. Deney 1 Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	25	%86	<i>“Türleri özelliklerine göre ayırıyorlar ve özelliklerine göre yaptıkları grupları alt gruplara ayırırlar. Tür tanımından yapılan deney ve araştırmalar sonucunda emin oluyorlar.” Ö30</i>
Değişken	4	%14	<i>“Türlerin birbiri ile olan benzerlikleri ve ortak özellikleri türleri birbirinden ayırt etmek için başvurulan bir yöntemdir. Tanımın doğru olmasında ki en büyük etken çoğu farklı tür çiftleştğinde verimli döl elde edilmiyor. Tanıma uymayan istisnaların olması normaldir.” Ö33</i>
Bilgili	-	-	-

Deney 2 grubu öğrencilerinin uygulama öncesi yedinci ve sekizinci sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.53, 4.54, 4.55 ve 4.56’da verilmektedir.

Tablo 4.53. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneyler ve gözlem ile	17	%59
İleri teknoloji ve çalışmalarla	2	%7
Mikroskop ile	7	%24

Deney 2 grubu öğrencilerinin tamamı atomun yapısının nasıl belirlendiği ile ilgili açıklama yapmamışlardır. Bu gruptaki öğrenciler de atomun yapısının nasıl belirlendiğini açıklarken atom modellerinin gelişimi ile bağlantı kurarak açıklama yapmışlardır. Öğrencilerin yarısından fazlası (%59) bilim insanlarının atomun yapısını, yapılan deneylerle belirlediklerini ifade etmiştir. Aşağıda, bu cevaplardan bazı örnekler sunulmaktadır:

*“Yıllarca atom hakkında teoriler ortaya atılmıştır. Thomson, Bohr, Rutherford. Sürekli ortaya bir teori atılmış o teinin doğruluğu ispatlanmış veya yanlış olduğu kabul edilerek yeni teoriler ortaya atılmıştır. Örneğin Thomson’un üzümlü kek modelinin yanlışlığı Rutherford’un yaptığı alfa ışınları **deneyi ile** çürütmüştür. İleriki zamanlarda da değişebilir. Çünkü **atomlar gözlenemez...**” Ö63*

“Bilim insanları atomun yapısından çok fazla emin değiller çünkü çok farklı görüşler ortaya atılıyor ve bunların kesin kanıtları yok. Atomun yapısını açıklamak

için çeşitli deneyler yapıyorlar ama bu deneyler atomun yapısını her anlamda açıklayamıyor...” Ö67

“Bilim insanları atomun yapısı hakkında farklı görüşler ortaya atmışlardır. Örn: Bohr atom ile ilgili teorisinde atomdaki elektronları belirli yörüngelere yerleştirirken, Heisenberg yaptığı deneylerden çıkardığı sonuçlarla elektronların belirli yörüngelerde bulunamayacağı çünkü elektronların yerinin tam olarak bilinemediğini öne sürmüş, Bohr Atom teorisini çürütmüştür.” Ö71

Deney 2 grubundan 7 öğrenci atomun yapısının mikroskopla belirlendiğini belirtmiştir. Bu grupta da atomun teleskopla görülebileceğini belirten bir öğrenci bulunmaktadır. Bu durum bazı öğrencilerin görüntüleme araçları ile ilgili bilgi sahibi olmadıklarını göstermektedir. Aşağıda, öğrencilerin cevaplarından kesitlere yer verilmiştir:

“Atomlar gözle görülmeyecek kadar küçük parçacıklardır. Sadece özel mikroskoplar yardımıyla gözlemlenebilir...” Ö62

“Atomun yapısı mikroskop altında gözlenebilir ve atom görüntüsü, yapılan deneyler, günlük hayattan basit örnekler delil oluşturmada kullanılabilir.” Ö70

Deney 2 grubundan 2 öğrenci atomların yapısını belirlemek ileri teknolojiye ve bu alanda yapılan çalışmalardan faydalandığını belirtmişlerdir. Aşağıda öğrencilerin açıklamalarından alıntılara yer verilmiştir.

“Bilim her an kendini yenileyip geliştirebilir. Bu yüzden yeni bir bilgi her şey değiştirebilir, yani emin değildirler. Atomlar şu an gözlenemez fakat belki ileride teknolojinin gelişmesi ile gözlenebilir...” Ö64

“Bilim insanları emin olmadıkları için atom hakkında çalışmalar yapıyorlar. Atomu gözlemleyebilmek adına çalışmalar yapıp delil arıyorlar, teknolojiyi ilerletip bu konuda bilgi edinmeye çalışıyorlar.” Ö85

VNOS-C testinin 7. Sorusunda bilim insanlarının atomun yapısından emin olup olmadıkları sorulmuştur. Sorunun bu kısmını cevaplayan 5 öğrenci bilim insanlarının atomun yapısından emin olduklarını ifade etmiştir, 15 öğrenci ise bilim insanlarının emin olmadıklarını belirtmiştir.

Sorunun son bölümünde ‘atomlar gözlenir mi’ sorusuna deney 2 grubundan on üç öğrenci gözlenir cevabını vermiştir. Bu öğrencilerden ikisi atomun özel mikroskop yardımı ile gözlenebileceğini belirtmiştir. Bu soruya on iki öğrenci gözlenemez cevabını

vermiş, sadece iki öğrenci ise deneyler aracılığı ile toplanan bulgular aracılığı ile atomun yapısı hakkında yorum yapılabileceğini belirtmiştir.

Deney 2 grubu öğrencilerinin yedinci soruya verdikleri cevaplar gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna yön veren kavramların ışığında incelendiğinde iki kontrol grubu öğrencisinin bilgili, beş öğrencinin değişken ve 22 öğrencinin ise zayıf görüşe sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.54).

Tablo 4.54. Deney 2 Grubunun Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	22	%76	<i>“Bilim insanları atomun yapısını belirlemede deneylerden yararlanırlar. Örneğin Thomson atomu üzümlü keke benzetmiştir. Fakat Rutherford alfa saçılma deneyi ile bu atom modelini geçersiz hale getirmiştir. Atomlar gözlenebilir” Ö61</i>
Değişken	5	%17	<i>“Yıllarca atom hakkında teoriler ortaya atılmıştır. Thomson, Bohr, Rutherford. Sürekli ortaya bir teori atılmış o teorelin doğruluğu ispatlanmış veya yanlış olduğu kabul edilerek yeni teoriler ortaya atılmıştır. Örneğin Thomson’un üzümlü kek modelinin yanlışlığı Rutherford’un yaptığı alfa ışınları deneyi ile çürütmüştür. İleriki zamanlarda da değişebilir. Çünkü atomlar gözlenemez...” Ö63</i>
Bilgili	2	%7	<i>“Bilim adamları hala atomun yapısı hakkında emin değiller çünkü atomları gözleyemiyorlar. Bunların varlığını deneyler yaparak tahmin edebiliyoruz.” Ö69</i>

Gözlem ve çıkarım ilişkisi hakkında görüşleri araştıran diğer bir soru olan 8. soruda, bilim insanlarının, yaptıkları biyolojik tür tanımından nasıl emin oldukları ve türleri ayırt etmede ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur. Deney 2 grubunun uygulama öncesi, verdikleri cevaplara ait frekans ve yüzde tablosu Tablo 4.55’de verilmektedir.

Tablo 4.55. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlemler ile	10	%35
Genetik özellikleri,	15	%52
Üreme şekilleri	5	%17
Fiziksel özellik ve yaşadıkları ortam	5	%17

Bilim insanlarının yaptıkları tür tanımından emin olup olmadıkları sorusuna 16 (%55) deney 2 grubu öğrencisi bilim insanlarının tür tanımından emin olduklarını ifade ederken, 2 (%7) öğrenci ise emin olmadıklarını belirtmiştir. Diğer öğrenciler (%38) bu konuda görüş bildirmemişlerdir. 10, deney 2 grubu öğrencisi (%35), bilim insanlarının deney ve gözlem yaparak, 15 öğrenci (%52) canlıları genetik özelliklerine göre sınıflandırarak, 5 öğrenci (%17) fiziksel özelliklerine ve yaşadıkları ortama göre, 5 öğrenci (%17) ise üreme şekillerine göre tür kavramının belirlenebileceğini ifade etmiştir. Bir öğrenci tür kavramının canlıları sınıflandırmak için oluşturulmuş bir kavram olduğunu ifade etmiştir. Deney 2 grubu öğrencilerinin türlerin tanımlanmasında kullanılan kriterlere ilişkin verdikleri cevaplardan alıntılara, aşağıda yer verilmiştir. İlk üç alıntı bilim insanlarının türleri deney ve gözlemlere göre sınıflandırdıklarını ifade eden öğrencilerin (%35) cevaplarından alınmıştır:

*“Bilim insanları yaptıkları tür tanımlamasından yaptıkları **deneylerin sonuçlarına** bakarak emin olabilirler. Bilim insanları türleri birbirinden ayırt etmede türleri birbirinden ayırt etmede türlerin yaşadıkları ortamı, kalıtsal özelliklerini dikkate alırlar” Ö61*

*“Bence bilim insanları yaptıkları tür tanımlamasından emin olmak için canlıları **gözlemlemiştirlerdir**. Sonuçtan **deney, gözlem veya somut** bir dayanak olmadan böyle bir tanımda bulunamazlardı. Türler yaşadıkları **ekosistem veya sahip olunan fiziksel özellikleri ile** ayırt edilebilir” Ö79*

*“Bilim insanları bence tür tanımlamalarında yaptıkları **deney ve gözlemlerden** dolayı bu kadar emin olabiliyorlar. Benim bildiğim kadarıyla bilim insanları **türleri yaşadıkları ortamlara, beslenme şekillerine** göre ayırt ediyorlar” Ö83*

Öğrencilerin bir kısmı (%52) bilim insanlarının türleri genetik özelliklerine göre sınıflandırdıklarını ifade etmiştir.

*“**Gözlem yaparak** emin olabilirler. Türleri birbirinden ayırırken genetik faktörleri göz önünde bulundururlar” Ö67*

*“.....Bilim adamları türleri ayırt etmek için **dış görünüş ve genetik özelliklerini** değerlendirirler” Ö69*

*“Türlerin **genetik yapısı, görünüşleri** birbirlerinden ayırt edilmelerini sağlar. Yapılan tür tanımlaması elimizdeki verilerle doğrudur. Canlıların üreme, yaşama, barınma, genetiği, yapısı farklı bir canlıdan ayırt eder” Ö70*

Bu grupta bulunan 5 öğrenci (%17) ise türlerin üreme şekillerine göre sınıflandığını belirtmiştir.

*“Canlıların özellikleri türden türe devam eder. Kendi aralarında **çiftleştiklerinde bu özellik** oluşan yavruya taşınır. Türleri birbirinden ayırt etmede canlıların özelliklerini dikkate alırlar” Ö68*

“Bilim insanları türleri yaşam şekli, yaşadığı yer, fiziksel yapısı, üreme şeklinden yararlanarak ayırt edebilirler.” Ö82

Deney 2 grubunda bulunan 5 öğrenci (%17) ise türlerin fiziksel özellikleri ve yaşadıkları ortama göre sınıflandığını belirtmiştir.

*“Bence bilim insanları yaptıkları tür tanımından emin olmak için canlıları gözlemlemişlerdir. Sonuçta **deney, gözlem veya somut bir dayanak olmadan** böyle bir tanımda bulunamazlardı. Türler yaşadıkları **ekosistem veya sahip olunan fiziksel özellikler** ile ayırt edilebilir” Ö79*

Sekizinci soruya ek olarak farklı türlerin çiftleşebilmesinin soruda tarif edilen tür kavramı ile çelişip çelişmediği sorulmuştur. Sekiz öğrenci (%28) farklı türlerin çiftleşmesinin tür kavramı ile çeliştiğini, yirmi bir öğrenci (%72) ise çelişmediğini ifade etmiştir. Çelişir diye cevap veren öğrenciler gerekçe olarak köpek ve kurdun farklı türler olmasını, bu durumun bir istisna olduğunu, çiftleşebilmek için aynı türden olmaları gerektiğini, farklı türlerden verimli türler oluşamayacağını ileri sürmüşlerdir. Çelişmez diye cevap verenler ise kurt ve köpeğin aynı familyaya ait olduklarını ya da genetik türlerinin benzediğini, farklı türlerin çiftleşmesi sonucu canlıların oluşabileceğini, verimli bir tür oluştuğu için farklı bir tür sayılabileceğini ifade etmişlerdir.

Sekizinci soruya verilen cevaplar incelendiğinde, deney 2 grubundan 28 öğrencinin zayıf ve 1 öğrencinin değişken görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu soruda bilgili görüşte değerlendirilebilecek bir cevap bulunmamaktadır (Tablo 4.56).

Tablo 4.56. Deney 2 Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“Bilim insanları yaptıkları tür tanımlamasından yaptıkları deneylerin sonucuna bakarak emin olabilirler. Bilim insanları türleri birbirinden ayırt etmede türlerin yaşadıkları ortamı, kalıtsal özelliklerini dikkate alırlar. Bence çelişmemektedir. Çünkü kurt da köpek familyasındandır. Bu nedenle yukarıdaki tür kavramı ile çelişmemektedir.” Ö61</i>
Değişken	1	%3	<i>“Bilim insanları bazı özelliklere bakarak türleri sınırılıyorlar. Fakat bu sınırlamada yanılabilirler çünkü sonuçta canlıları bütün özellikleri ile inceliyorlar.” Ö65</i>
Bilgili	-	-	-

4.2.5. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan dokuzuncu soruda, bilim insanlarının araştırmalarında deneyler ve incelemelerin yanında yaratıcılık ve hayal güçlerinin etkisi olup olmadığı sorulmuştur. Öğrencilere yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını düşünüyorlarsa hangi aşamalarda kullanıldığı da sorulmuştur. Hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmadığını düşünen öğrencilerden açıklama yapmaları istenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama öncesi bu sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.57, 4.58 ve 4.59’da verilmektedir.

Tablo 4.57. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kullanırlar	26	%90
Kullanmazlar	3	%10

Kontrol grubu öğrencilerinin %90’ı yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını düşünürken, %10’u bilimsel çalışmalarda yaratıcılığın ve hayal gücünün yeri olmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciler bilimsel çalışmalarda sadece bilimsel verilerin, bilimsel yolların kullanıldığını, bilimin gerçekçi bulgulara dayandığını ifade etmiştir. Bu görüşü savunan kontrol grubu öğrencilerinin yanıtlarından alıntılar, aşağıda sunulmaktadır:

“Kullanmazlar, bilimde hayal gücü ve yaratıcılığa yer yoktur, sadece bilimsel veriler kullanılır...” Ö5

“Bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmıyorlardır. Çünkü bilim insanları araştırmalarını, incelemelerini bilimsel yollarla yaparlar...” Ö8

“Bence bilim gerçekçi bulgu ve kanılara dayalıdır. Hayal gücünün bilime yapabileceği pek fazla bir şey olamaz...” Ö27

Tablo 4.58. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve tasarım aşamasında kullanılır	12	%42
Her aşamada kullanılır	6	%21
Deney yaparken kullanılır	4	%14
Veri toplarken, teori oluştururken kullanılır	4	%14

Kontrol grubu öğrencilerinin %42’si bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında yaratıcılık ve hayal gücüne başvurduklarını belirtmiştir. Öğrenciler büyük çoğunlukla hayal gücünü bir buluş yapmayı hayal etmek, kafada yaratmak ya da zeki olmak olarak ortaya koymuştur. Bu görüşe sahip öğrencilerinin yanıtlarından alıntılar aşağıda sunulmaktadır:

*“Evet, kullanırlar ve sonuçta bu gereklidir. Eğer önceki zamanlarda birileri **hayal etmeseydi araba hiç bulunmamış olabilirdi. Ya da ampul hayal edilmeseydi şu an hiç bulunmamış olabilirdi. Verileri topladıktan sonra** artık hayal gücüne değil **bilimsel açıklamalara bakılır. Yani hayal etme aşaması sadece keşfetmek, düşünmek ve yeni şeyler bulmak içindir.**” Ö3*

*“Evet, bence kullanırlar. Çünkü bu bilgilerin hiçbiri somut şeyler değildir. **Planlama ve araştırma** dizaynın yapılması safhasında **hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Zaten bilimde insanın aklının alamayacağı boyutlar vardır. Her şey belirli bir düzen içerisinde gerçekleşir. Bunu ancak iyi bir hayal gücüne sahip insanlar gerçekleştirir...**” Ö11*

Öğrencilerin alıntılarında görüldüğü üzere planlama zamanında, yeni bir fikir oluşurken yaratıcılık ve hayal gücünün kullanılması gerekli görülürken, veri toplama ve verilerin değerlendirilmesi sırasında ‘bilimsel açıklamalara’ başvurulması gerektiği vurgulanmıştır.

Bu gruptan 6 öğrenci (%21) ise, bilimsel çalışmanın her safhasında yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Bir öğrencinin görüşünden alıntı aşağıda yer almaktadır:

*“Bence **tüm aşamalarda kullanabilirler**. Çünkü her şey göz önünde olmayabilir ve kişinin de düşünerek bazı şeyleri anlaması, bulması gerekir. Ve bu iki kavramın bilimde yeri vardır” Ö9*

Kontrol grubundan 4 öğrenci (%14) deney yaparken yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Bir grup öğrenci (%14) ise veri toplarken ve teori oluştururken hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ifade etmişler. Bu öğrencilerin görüşlerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilim insanları hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanır. **Deneyler yaparken yaratıcılıklarını kullanarak deneylerine yeni şeyler eklerler.**” Ö2*

*“Evet, bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmışlardır. Bence hayal gücü ve yaratıcılıklarını **veri topladıkları zaman kullanırlar**. O zaman bilgiler oturmuş ve kafalarında şekil almıştır. **Bilgileri birleştirmek ve doğru sonuca ulaşabilmek onlara kalmıştır**. Bu yüzden hayal gücü ve yaratıcılık bilimde önemli bir yer tutar” Ö20*

Kontrol grubu öğrencilerinin %10'u bilim insanının hayal gücünü nasıl kullandığını örnek vererek açıklamıştır. Öğrenciler icat edilmeden önce ampulün, telefonun ve uçağın hayal edilmesini örnek olarak vermişlerdir.

Tablo 4.59'da kontrol grubunun bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası bileşenine ait uygulama öncesinde elde edilen sonuçlara yer verilmektedir.

Tablo 4.59. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	27	%93	<i>“Evet, kullanırlar ve sonuçta bu gereklidir. Eğer önceki zamanlarında birileri arabayı hayal etmeseydi hiç bulunmamış olabilirdi. Ya da ampul hayal edilmeseydi şu an hiç bulunmamış olabilirdi. Verileri topladıktan sonra artık hayal gücüne değil bilimsel açıklamalara bakılır. Yani hayal etme aşaması sadece keşfetmek, düşünmek ve yeni şeyler bulmak içindir.”</i> Ö3
Değişken	2	%7	<i>“Evet, bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmışlardır. Bence hayal gücü ve yaratıcılıklarını veri topladıkları zaman kullanırlar. O zaman bilgiler oturmuş ve kafalarında şekil almıştır. Bilgileri birleştirmek ve doğru sonuca ulaşabilmek onlara kalmıştır. Bu yüzden hayal gücü ve yaratıcılık bilimde önemli bir yer tutar.”</i> Ö20
Bilgili	-		

Deney 1 grubu öğrencilerinin uygulama öncesi bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası ile ilgili sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.60, 4.61 ve 4.62’de verilmektedir.

Tablo 4.60. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kullanırlar	26	%90
Kullanmazlar	3	%10

Deney 1 grubu öğrencilerinin %90’ı yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını düşünürken, %10’u bilimsel çalışmalarda yaratıcılığın ve hayal gücünün yeri olmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciler bilimin deneye ve gözleme dayalı olduğunu ve kanıtlanabilir olması ve bilimsel verilere dayanması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu görüşü savunan kontrol grubu öğrencilerinin yanıtları aşağıda sunulmaktadır:

“Hayır, çünkü bilim gözleme dayalıdır ve kanıtlanabilir olması gerek. Bence yoktur hayal gücü adı üstünde hayaldir” Ö35

*“Bence **kullanılmaması gerekir**. Ama kullananda olabilir çünkü yaratıcılık ve hayal gücü bilimsel verilere dayanmaz ve kanıtlanamaz. Bundan dolayı geliştirdiğimiz bilgiyi insanlara kanıtlamak için somut kanıtlar bulamamızsınız. Yaratıcılık ve hayal gücü bilimde doğru kullanılırsa yer verilebilir. Eğer teziniz mantık çerçevesinde ise bilimde hayal gücü ve yaratıcılık kullanılabilir.”* Ö36

*“Bilimde insanlar **daha çok deneyleri kullanırlar**. Çünkü yaratıcılık ve hayal gücüyle elde ettiğimiz hipotez ya da çalışma herkes tarafında kabul edilmeyebilir çünkü deney ve gözlemlere dayalı olarak gerçekler konuşturulmalıdır.”* Ö50

Tablo 4.61. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve araştırma dizaynının yapılması aşamasında kullanılır	12	%42
Bütün aşamalarda kullanılır	4	%14
Veri toplarken ve sonrasında kullanılır	3	%10
Deney yaparken	1	%3

Deney 1 grubu öğrencilerinin bir kısmı bilimsel çalışmaların hangi evrelerinde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılabileceği ile ilgili görüş bildirmişlerdir. Deney 1 grubu öğrencilerinin %42’si bilim insanlarının planlama ve araştırma dizaynının yapılması aşamasında yaratıcılık ve hayal gücüne başvurduklarını belirtmiştir. Öğrenciler büyük çoğunlukla hayal gücünü bir buluş yapmayı hayal etmek ya da kafada yaratmak olarak ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin görüşleri incelendiğinde bilim insanlarının diğer insanlara göre daha yaratıcı olduklarını ifade ettikleri görülmektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerinin yanıtlarından alıntılar aşağıda sunulmaktadır:

*“Evet, kullanılmaktadır. Çünkü **hayal gücü olmadan fikirler ortaya atılamaz**. Tabi ki bilim insanları hayal güçlerini fikrin ortaya çıkmasında kullanırlar. Yaratıcılık ve hayal gücü bilimin diğer aşamalarında olmasa da fikirlerin ortaya çıkışında yeri vardır.”* Ö51

*“İnsanlar **hayal ettikleri zaman görüşleri genişler**. Zaten **bilim insanı normal insan değildir**. Onların yaratıcılıkları bizimkinden **daha üstündür ve daha geniş çaplıdır**. Planlama ve araştırma dizaynı safhasında kullandıklarını düşünüyorum.”* Ö47

Deney 1 grubundan 4 öğrenci (%14) ise, bilimsel çalışmanın her safhasında yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Bir öğrencinin görüşünden alıntı aşağıda yer almaktadır:

*“Evet, kullanırlar. Yoksa verilerini nereden toplayacaklar, öyle fikirler akıllarına nasıl gelecek. **Bütün safhalarında kullanırlar. Zaten icatlar ve teoriler insanın hayal gücü sonucu oluşur.**” Ö45*

Deney 1 grubundan 1 öğrenci (%3) deney yaparken yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Ayrıca 3 öğrenci (%10) ise veri toplarken ve sonrasında hayal gücü ve yaratıcılığın kullanıldığını ifade etmişler. Bu öğrencilerin görüşlerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Evet. **Veri toplama kısmında kullanırlar.** Benim düşünceme göre veri toplama işini bitirdikten sonra bunları hayal gücü ile kafasında mantık çerçevesi içinde birleştirerek sonuca ulaşmaya çalışır. Bu yüzden bilimde hayal gücünün yeri vardır.” Ö38*

*“Tabi ki de kullanırlar çünkü **soruları bulma nedenleri bile belki de hayal gücüdür,** deney yaparken neler olabilir, nasıl olabilir sorularına hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını katarak sorulara cevap bulabilirler.” Ö58*

Deney 1 grubundan üç öğrenci (%10) bilim insanının hayal gücünü neden kullandığını örnek vererek açıklamıştır. Öğrenciler Edison’un hayal ettikten sonra birçok deney yaptığını, Graham Bell’in telefonu bulmasını ve Thomson’un üzümlü kek modelini hayal gücü kullanarak ürettiklerine örnek olarak vermişlerdir.

Tablo 4.62’de deney 1 grubunun bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası bileşenine ait uygulama öncesinde elde edilen sonuçlara yer verilmektedir.

Tablo 4.62. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Bilim insanları ortaya koydukları sorulara cevap ararken hayal güçlerinden çok fazla yararlanırlar. Çünkü yıllar sonra ortaya konacak bir fikir şu an bize hayal gibi gelir. Ancak hayal gücü yüksek bir insan bu hayali gerçeğe yakın bir şekilde dönüştürebilir. Bu yüzden hayal gücü ve yaratıcılık önemlidir” Ö37</i>
Değişken	4	%14	<i>“Bence bilim insanları hayal güçleri ve yaratıcılıklarından yararlanırlar. Örneğin bir hipotezi öne sürerken, üzerinde çalışırken tıkanıklıkları yerde varsayımlar yaparlar. Varsayımları yaparken ise hayal güçlerinden yararlanırlar. Elbette yüzde yüz hayal güçlerinden yararlanmazlar, önceden yapılmış deneyleri de incelerler” Ö56</i>
Bilgili	1	%3	<i>“Sadece bilim insanı değil bütün insanlar araştırma yaptıktan sonra anladıklarına kendi yorumunu, hayallerini ve görüşlerini ekleyerek olduğundan daha farklı şekilde sunarlar. Yaratıcılık ve hayal gücü bir şeyleri kafada yaratmak anlamı ile bilimde yeri yoktur. Sadece oluşturulan hipoteze kendi yorumunu katarak farklı bir şekilde sunmak anlamındadır.” Ö34</i>

Deney 2 grubu öğrencilerinin uygulama öncesi bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası ile ilgili sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.63, 4.64 ve 4.65’de verilmektedir.

Tablo 4.63. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilim İnsanları Araştırmalarında Hayal Güçlerini ve Yaratıcılıklarını Kullanırlar mı? Sorusuna Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kullanırlar	24	%83
Kullanmazlar	5	%17

Deney 2 grubu öğrencilerinin %83’ü yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını düşünürken, %17’si bilimsel çalışmalarda yaratıcılığın ve hayal gücünün yeri olmadığını belirtmiştir. Bu öğrenciler bilimsel çalışmalarda kanıtın gerekli olduğunu, somut bilgilerin kullanıldığını, bilgilerin doğruluğunun ispatlanması

gerektiğini ifade etmiştir. Bu görüşü savunan deney 2 grubu öğrencilerinin yanıtlarından alıntılar, aşağıda sunulmaktadır:

“Bence kullanmıyorlar. Çünkü yaratıcılık ve hayal gücü ile bilimsel bir sonuç elde edemeyiz, elde kanıtımız olmaz. Nasıl buldun bunu, deneyle ispatla denildiğinde hayal gücümüzü açıp ortaya koyacak halimiz yok.” Ö60

“Kullanmazlar. Bilimde hayal gücü ve yaratıcılığa yer yoktur. Bilim var olan şeyleri savunur. Eğer bilim adamları yaptıkları deneyle ve incelemelere yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini katarlarsa bilimsel araştırmanın yönü değişebilir.” Ö62

“Hayır, kullanmazlar, bilim insanları kanıtlanmış ve doğruluğu ispatlanmış bilimsel veriler kullanırlar.” Ö73

Tablo 4.64. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve araştırma dizaynı aşamasında kullanılır	10	%34
Her aşamada kullanılır	8	%28
Deney yaparken kullanılır	2	%7
Veri topladıktan sonra kullanılır	2	%7

Deney 2 grubu öğrencilerinin %34’ü bilim insanlarının planlama ve araştırma dizaynı aşamasında yaratıcılık ve hayal gücüne başvurduklarını belirtmiştir. Öğrenciler büyük çoğunlukla hayal gücünü bir buluş ya da çeşitli aletler yapmayı hayal etmek ortaya koymuştur. Bu görüşe sahip öğrencilerinin yanıtlarından alıntılar aşağıda sunulmaktadır:

“Günümüzde kullandığımız birçok araç, gerçek ya da teknolojik aletler, geçmişte yaşamış bilim adamlarının yaptıkları araştırmaların ilk safhası olan planlama ve araştırma dizaynında hayal güçlerini kullanmalarıyla ortaya çıkmıştır. Geçmişte TV, telefon ya da bilgisayar gibi teknolojik aletler yoktu bu tarz teknolojik aletlerin ortaya çıkması bilim adamlarının yaratıcılıklarını kullanarak bu tarz aletler düşünmesinden ve bu aletleri oluşturmak için bilimden yardım almalarıyla bu teknolojik aletler ortaya çıkmıştır.” Ö71

“Bilim adamları hayal güçlerini her safhada kullanırlar. Bir teoriyi önce düşünürler, hayal ederler sonrada hayallerin üzerinden giderek gerçeğe ulaşırlar.” Ö69

Bu gruptan 8 öğrenci (%28) ise, bilimsel çalışmanın her safhasında yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Bir öğrencinin görüşünden alıntı aşağıda yer almaktadır:

*“Bilim insanları araştırmalarında yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar. Çünkü bilimin **doğmasını sağlayan en büyük etken bunlardır**. Bilim insanları hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını araştırmanın her safhasında kullanırlar. Bunları kullanmanın nedeni ise buldukları sonuçlarla kendi düşüncelerini karşılaştırmak. Bu sayede yanlış bildiklerini düzeltirler. İnsan kendi hayal gücünde yarattıklarını hayata geçirmek için bilimsel yöntem kullanır.”* Ö67

Deney 2 grubundan 2 öğrenci (%7) deney yaparken yaratıcılık ve hayal gücünün kullanıldığını belirtmiştir. Yine bu grup öğrencilerinin %2'si veri topladıktan sonra bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılığı kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bu öğrencilerin görüşlerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilim insanları hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanır. **Deneyler yaparken yaratıcılıklarını kullanarak deneylerine yeni şeyler eklerler.**”* Ö70

*“Evet, bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmışlardır. Bence hayal gücü ve yaratıcılıklarını **veri topladıkları zaman kullanırlar**. O zaman bilgiler oturmuş ve kafalarında şekil almıştır. **Bilgileri birleştirmek ve doğru sonuca ulaşabilmek onlara kalmıştır**. Bu yüzden hayal gücü ve yaratıcılık bilimde önemli bir yer tutar.”* Ö75

Deney 2 grubundan bir öğrenci (%3) bilim insanlarının planlama aşamasında hayal gücünü uçaklar, arabalar, evler hayal ederek kullandığını ifade etmiştir.

Tablo 4.65’de deney 2 grubunun bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası bileşenine ait uygulama öncesinde elde edilen sonuçlara yer verilmektedir.

Tablo 4.65. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	26	%90	<i>“Evet. Bilim adamları proje üretirken hayal güçlerini kullanıyorlardır. Planlama ve araştırma dizaynının yapılması aşamasında kullanılıyordur. Hayal gücümüz olmasaydı belki de şimdi uçaklar, arabalar, evler olmazdı. Zaten doğada hazır bulunan şeylerin dışına çıkamazdık...” Ö74</i>
Değişken	3	%10	<i>“.....Yaratıcılık ve hayal gücü her ne kadar bir şeyleri kafada yaratmak anlamına gelse de bilimde bu anlamı ile bir yeri olduğuna inanmıyorum. Çünkü bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün ‘bir şeyleri hiç yoktan kafada yaratmak’ olarak değil, sahip olunan verilerden yola çıkarak en çok ne elde edilebilir? sorusuna yardımcı olmak kavramıyla kullanılabileceğine inanıyorum.” Ö79</i>
Bilgili	-	-	

4.2.6. Öğrencilerin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan onuncu soruda, bilim insanlarının dinozorların yok oluşlarını açıklamak için aynı verilere bakarak farklı hipotezler geliştirmelerinin nasıl mümkün olduğu sorulmuştur. Bu sorunun eşliğinde öğrencilerin bilimsel bilginin teori yüklü doğası, bilim insanının öznelliğine dair görüşleri incelenecektir. Bilim insanlarının mesleki ve teorik adanmışlıkları, inanışları, aldıkları eğitim, deneyimleri ve beklentileri çalışmalarını etkiler (Abd-El Khalick, 2006). Bütün bu faktörler bilim insanlarının gözlem yapma biçimine, ellerindeki verileri değerlendirme ve yorumlama biçimlerine etki ederek farklı çıkarımlar yapmalarını sağlayabilir. Bilim insanlarının öznelliği ve farklı düşünme biçimleri bilimsel bilginin ortaya konmasında önem taşımaktadır. Kontrol grubu öğrencilerinin soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.66 ve 4.67’de verilmektedir.

Tablo 4.66. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının farklı düşünce ve bakış açılarına sahip olması	10	%35
Dinozorların yok oluşları ile ilgili kesin/yeterli bilginin olmaması	11	%38
Farklı olasılıkların/verilerin değerlendirilmesi	6	%21
Deney ya da başka bir yöntemle ispatlanamaması	1	%3
Bilim insanların önceki deneyim ve bilgilerinin farklı olması	1	%3

Kontrol grubu öğrencilerinin %35'i bilim insanları farklı fikirlere ve bakış açılarına sahip oldukları için dinozorların yok oluşlarını açıklamak için farklı hipotezlere başvurduklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin bazıları bilim insanlarının farklı görüşe sahip olmalarının nedeni ile ilgili bir açıklama yapmamışlardır. Ayrıca öğrencilerin açıklamalarında bir fikrin kabul edilmesi için kesinlik içermesi görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir:

“Bilim insanları her konuda aynı görüşte olmazlar. Kullandıkları yöntem, yaptıkları deney, inceledikleri koşullar farklıdır. Bu yüzden ulaştıkları sonuçlarda farklıdır. Geçmiş zamandan günümüze ulaşan çok fazla kalıntıda olmadığı için bu konuda ortak bir karara varılamayabilir.” Ö4

“Bu bilim adamlarının farklı düşünceleri ve farklı görüşleri bulunabilir. Bazı hipotezleri farklı olabilir kimisi meteor kimisi volkanik patlama nedeni ile yok olduğunu ileri sürer. Ayrıca bilim insanlarının farklı düşünceleri olduğu için farklı teoriler oluşuyor. Kimin doğru söylediği şu an için belli değil farklı görüşlerden hangilerinin kabul gördüğü önemli, insanlığa bu iki görüş daha yakındır.” Ö7

“İki grup bilim insanları da olaylara farklı açılardan bakmışlardır. Bir grup meteorla bu olayın olabileceğine savunuyorlarken diğer grup ise volkanik patlamalarla da olabileceğini savunmuşlardır.” Ö17

Bu gruptan 11 öğrenci (%38), dinozorların yok oluşları ile ilgili kesin veya yeterli bilginin (kanıtın) olmaması nedeni ile bilim insanlarının kesin olarak yorum yapamayacaklarını belirtmiştir. Bir öğrenci bilgi, veri eksikliğinin bilim insanlarının hayal gücü ile telafi edildiğini belirtmiştir. Ayrıca bazı öğrencilerin kesin ya da yeterli delil olmamasını olayın çok eski zamanlarda gerçekleşmesi ile açıklamaktadır.

Öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Yukarıdaki iki veri de dinozorların yok olmasının sebebini açıklar ama farklı şekilde. Dinozorların yok olma döneminde **belki bu iki olay da olmuştur** ve bilim insanları ayrı ayrı bu iki olaya bağlamışlardır”* Ö2

*“O zamanlara dair **kesin bir bilginiz olmadığı için az bir veri** üzerinden yorum yapmaktayız. Bu iki hipotezin de olabilme ihtimali var. Çünkü **ikisini de çürütecek ispatlanmış bir bilgiye sahip değiliz.**”* Ö15

*“Dinozorların varlığı fosillerle kanıtlanmıştır. Ancak **yok oluşları bir sırdır**. Bilim insanlarının bölünmesi ise **hayal gücüdür bir bakıma**. Bazı verileri mantıksal açıdan doğrulayan iki düşünce doğmuştur.”* Ö21

Kontrol grubundan altı öğrenci (%21) bilim insanları farklı verileri ya da farklı olasılıkları değerlendirdikleri için dinozorların yok oluşları ile ilgili farklı sonuçlara vardıklarını belirtmiştir. Bu öğrencilerin yanıtlarından alıntılar aşağıdadır:

*“**Farklı yerlerden veri toplanması sonucu farklı fikirlere** varılmış olabilir.”* Ö19

*“Belki ilk hipotezi öne süren grup ile ikinci hipotezi öne süren grubun yaptıkları deneylerin ve çalışmaların **farklı olması** ortak bir sonuç doğurmamış olabilir.”* Ö27

Bu gruptan 1 öğrenci (%3), dinozorların yok oluşu deney ya da başka bir yöntemle ispatlanamadığı için bu olay ile ilgili farklı görüşlerin ortaya çıktığını ve bu olayın hipotezlerle açıklandığını aşağıdaki cümlelerle ifade etmiştir:

*“Bir konu hakkında farklı düşünceler olabilir. **Deney veya başka bir yolla ispatlanmış olsaydı** hipotez olarak kalmazdı.”* Ö8

Kontrol grubundan 1 öğrenci (%3) bilim insanların önceki deneyim ve bilgilerinin farklı olması nedeni ile farklı hipotezlerin olabileceğini belirtmiştir. Aşağıda öğrencinin yanıtı yer almaktadır:

*“Her bilim insanın elde edilen verileri kesin olsa da bu **verileri inceledikten sonraki düşünceleri değişebilir**. Eldeki bilgileri bilim insanların iklimde de bırakabilir. **Bilim insanlarının önceki deneyim ve bilgileri bu konudaki fikirlerini değiştirebilir.**”* Ö22

Kontrol Grubunun bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin uygulama öncesi sonuçları, Tablo 4.67’de yer almaktadır.

Tablo 4.67. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	23	%79	<i>“Yukarıda iki veri de dinazorların yok olmasının sebebini açıklar ama farklı şekilde. Dinazorların yok olma döneminde belki bu iki olay da olmuştur ve bilim insanları ayrı ayrı bu iki olaya bakmıştır.” Ö2</i>
Değişken	4	%14	<i>“...Bilim insanları her konuda aynı görüşte olmazlar. Kullandıkları yöntem, yaptıkları deney, inceledikleri koşullar farklıdır. Bu yüzden ulaştıkları sonuçlarda farklıdır. Geçmiş zamandan günümüze ulaşan çok fazla kalıntı da olmadığı için bu konuda ortak bir karara varamayabilirler” Ö4</i>
Bilgili	2	%7	<i>“Her bilim insanının elde edilen verileri kesin olsa da bu verileri inceledikten sonraki düşünceleri değişebilir. Eldeki bilgileri bilim insanların iklimde de bırakabilir. Bilim insanlarının önceki deneyim ve bilgileri bu konudaki fikirlerini değiştirebilir.” Ö22</i>

Deney 1 grubu öğrencilerinin soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.68 ve 4.69’de verilmektedir.

Tablo 4.68. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının hayal gücüne sahip olması	12	%42
Dinazorların yok oluşları ile ilgili kesin bilgi/kanıt olmaması	10	%34
Farklı bulguların farklı değerlendirilmesi, bulguların farklı değerlendirilmesi	5	%17
Bilim insanlarının yaşadıkları ve öğrendikleri doğrultusunda farklı düşüncelere sahip olmaları	2	%7

Deney 1 grubu öğrencilerinin %42’si bilim insanları farklı hayal güçleri olduğu için dinazorların yok oluşlarını farklı şekilde açıkladıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bazıları bilim insanlarının sadece farklı hayal gücüne sahip olmaları nedeni ile farklı sonuçlara vardıklarını belirtmişler, nedeni ilgili bir açıklama yapmamışlardır. Bazı öğrencilerin eksik olan bilginin hayal gücü ile tamamlandığı görüşüne sahip oldukları görülmektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerin cevapları aşağıda yer verilmektedir:

*“Sadece bu iki hipotezin öne çıkması **daha gerçekçi olmasıyla** alakalı olabilir. Aslında iki grup bilim insanı da doğal şartlar yüzünden yok olduğunu belirtmiştir. Fakat bunu farklı açılardan, **farklı hayal güçlerine dayanarak** yapmışlardır.” Ö30*

“Aynı verilere sahip iki farklı bilim insanı grubu değişik sonuçlara ulaşmışlardır. Ama savundukları sonucun bazı yönleri benzemektedir. Farklı yönlerinin bulunmasının sebebi ise hayal güçlerini kullanıyor olmalarıdır” Ö31

“Bu iki bilim insanı grubunun ulaştığı farklı bilgiler çerçevesinde geliştirdikleri fikirler onların olaya farklı bir bakış açısıyla bakışını gösterir. Ulaştıkları bulguların hayal güçleri sayesinde değiştirilip yoğurulması sonucunda değişik bilgilere ulaşmışlardır.” Ö37

Deney 1 grubundan 10 öğrenci (%34), dinazorların yok oluşları ile ilgili kesin veya yeterli bilginin (kanıtın) olmaması, gözlem, deney veya araştırma yapılamaması nedeni ile farklı görüşlerin var olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler dinazorlar çok eskiden var oldukları için yaptıkları etkilerden yola çıkarak değerlendirme yapıldığını ifade etmişlerdir. Bir öğrenci ise iki bilim topluluğu arasında bir problem olduğu için birbirlerinden farklı görüşler ortaya koymuş olabileceklerini belirtmiştir. Öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“65 milyon yıl önce bilim adamları olmadığından sadece yaptığı etkileri bilebilirler. Bunlar benzer sonuçlar doğurabildiğinden farklı düşünceler çıkmıştır” Ö32

“...Çünkü bilim adamları o dönemle ilgili çok az bilgiye sahip bu yüzden bu konu hakkında görüş ayrılıkları olabilir. Bu gayet normaldir. Her insan aynı görüşe sahip olmak zorunda değildir (veriler aynı olsa bile).” Ö39

“Öncelikle ortaya atılan hipotezdir. Bir kanıtı kesin olarak yoktur. Yani yoruma açıktır. Farklı hipotezlerin oluşması, farklı yorumlar olduğu içindir” Ö43

“Aynı sonuçlar ellerinde olabilir. Ama ikisi de farklı düşünmüştür. Hipotezleri farklıdır ya da birbirlerini sevmiyorlardır. Birbirlerine inat olsun diye farklı hipotezler ortaya atmıştır...” Ö45

Deney 1 grubunda beş öğrenci (%17) bilim insanlarının farklı bulguları farklı değerlendirmesi ile ya da sadece bulguların farklı değerlendirilmesi ile dinazorların yok oluşları ile ilgili farklı sonuçlara vardıklarını belirtmiştir. Bu öğrencilerin yanıtlarından alıntılar aşağıdadır:

“Farklı bilgiler üstünde yoğunlaşıp farklı bakış açısıyla değerlendirdikleri için farklı sonuçlara varmışlardır.” Ö54

“İkisi de verileri farklı yorumlamıştır. Birisi meteor çarptıktan sonra Dünya üzerinde kül yağmurları, gökyüzünün külle kaplanması depremler ve depremlerin tetiklediği volkanlar olarak görüyordur. İkincisi volkanları patlamasıyla her yerin kül ve lav ile kaplanması yüzünden dinazorların öldüğü sonucuna ulaşmıştır.” Ö55

Deney 1 grubundan iki öğrenci (%7) bilim insanların önceki yaşamları ve öğrendiklerinin farklı olması nedeni ile farklı düşüncelere sahip olabileceklerini belirtmiştir. Aşağıda öğrencilerin yanıtları yer almaktadır:

“Sonuçta her insanın görüş açısı ve düşünceleri farklıdır. İnsanlarda kendi düşüncelerine, bilgisine, duyduklarına ve yaşadıklarına, öğrendiklerine dayanarak farklı hipotezler ortaya koymuşlardır. Aynı verilere sahip diyerek öğrendikleri bilgilerin aynı olduğunu düşünüyoruz. Ama bu düşüncenin çok yanlış olduğunu düşünüyorum. Sonuçta o insanların yaşadıklarını veya o konu hakkında ne kadar farklı görüşlere, bakış açılarına sahip olduğunu düşünüyorum...” Ö47

“Çünkü farklı bakış açısına ve farklı bilgi birikimine sahipler. Bu farklılık aynı durumları da farklı yorumlamalarına neden olur.” Ö57

Deney 1 Grubunun bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin uygulama öncesi sonuçları, Tablo 4.69’da yer almaktadır.

Tablo 4.69. 1. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	23	%79	<i>“Bu onların teorisi veya düşünceleridir. Geçmişte ne olduğunu kolay kolay bilemezsin bu teoriler onların düşüncelerinden ve hayal gücünden gelişmiştir.” Ö46</i>
Değişken	4	%14	<i>“...Bütün insanlar aynı fikirlere sahip olmadığı gibi bütün hipotezlerde aynı olamaz. Bence bilimdeki bu farklılık bilime değer katıyor, gelişmesinde pay sahibi oluyor. Farklı hipotezlerin ortaya çıkmasında diğer etken ise bulguların farklı değerlendirilmesi, aynı kanıtların farklı anlaşılması.” Ö33</i>
Bilgili	2	%7	<i>“Sonuçta her insanın görüş açısı ve düşünceleri farklıdır. İnsanlarda kendi düşüncelerine, bilgisine, duyduklarına ve yaşadıklarına, öğrendiklerine dayanarak farklı hipotezler ortaya koymuşlardır...” Ö47</i>

Deney 2 grubu öğrencilerinin 10. soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.70 ve 4.71’de verilmektedir.

Tablo 4.70. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının farklı düşünce ve bakış açılarına sahip olması, farklı değerlendirmeler yapmaları	6	%21
Dinozorların yok oluşları ile ilgili kesin bilginin, kanıtın olmaması	16	%56
Farklı verilerin ve kanıtların olması	7	%23

Bu soru ile ilgili olarak Deney 2 grubu öğrencilerinin %56'sı (16 öğrenci) dinozorların yok oluşları ile ilgili kesin bir bilgi ya da kanıtın olmaması nedeni ile farklı görüşlerin ortaya çıktığını belirtmiştir. Öğrenciler genel olarak dinozorların yok oluşu binlerce yıl öncesine dayandığı için o dönemde olanların kesin olarak bilinemeyeceğini ve bilim insanlarının kanıtları olmadığını düşünmektedirler. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir:

“Bilinmeyen bir zamanla ilgili savunulan düşünceler farklılık gösterebilir. Ortada belirli bir kanıt olmadığından yapılan deneyler ve araştırmalar farklılık gösterebilir. Bilim insanları arasındaki görüş farklılıkları bundan kaynaklanmaktadır.” Ö62

“İnsanlar farklı düşüncelere sahip olabilir ve verilerin aynı olmasına rağmen kesinliği bilinmediğini için tam olarak karar verilemez ve farklı sonuçlara ulaşılabilir.” Ö63

“Bu olayın nedeni kesin olarak bilinmektedir. Bilim insanları topladığı bazı verilerle bu sonuca ulaşmışlardır. Eski zamanlarda olanlara ilgili en büyük kanıt fosillerdir. Her iki grupta aynı fosilleri inceleyip görüşlerini sunmuşlardır.” Ö64

Deney 2 grubundan 7 öğrenci (%23), bilim insanlarının ellerindeki farklı veriler ve kanıtlar doğrultusunda farklı sonuçlara ulaşmış olabileceklerini ifade etmiştir ve görüşlerini aşağıdaki gibi belirtmiştir:

“İki hipotezi de destekleyen verilerin bulunduğundan dolayı diyebilirim.” Ö60

“Eski zamanlarda olmuş olaylarla ilgili en büyük kaynak fosiller ve arkeolojik kanıtlardır. Bunlarla araştırma yaparken alınan verilere göre olasılıklar değerlendirilir. Bilim adamları kendi görüşünü sağlayan verileri bulduklarında o görüşe bir kanıt olarak sunar. Dinozorların yok oluşuyla ilgili farklı bilim adamları da kendi hipotezlerine göre elde edilen verileri değerlendirir ve farklı sonuçlar elde eder” Ö67

“İki grubun düşünüş tarzı farklıdır. Çünkü ellerindeki veriler ve kanıtlar farklıdır. Bundan dolayı vardıkları kanılar farklıdır. Kimisi dinazorların volkanik patlamalar sonucu yok oldu derken kimi meteor tarafından yok oldu der.” Ö86

Bu gruptan 6 öğrenci (%21) bilim insanlarının farklı düşünce ve bakış açılarına sahip olmaları, farklı değerlendirmeler yapmaları ve hayal güçleri nedeni ile farklı sonuçlara ulaştıklarını belirtmişler ve düşüncelerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

*“Bilimde kesinlik ve zorunluluk olmadığı için birden fazla sonuca ulaşılmış olabilir. Bunun nedeni de **bilim insanlarının olayları farklı değerlendirmiş olmaları olabilir.**” Ö61*

*“Bu iki farklı görüş bence **farklı açılardan değerlendirme yapmalarından** dolayıdır. Aynı **bilimsel verilerin farklı yorumlanmasından** dolayı iki gruba dağılmış haldelerdir.” Ö83*

*“Milyonlarca yıl öncesinden bahsedildiği için **iki hipotezinde ne kadar doğru ne kadar yanlış olduğunu bilemeyiz.** Ben burada **iki grubun da hayal gücünün ve yaratıcılığının** devreye girdiğini düşünüyorum.” Ö77*

Öğrencilerin cevapları incelediğinde bilim insanlarının ellerinde yeterli veri olmamasından dolayı, hayal güçlerini kullanarak eski zamanlarda olan olayların nedenlerini tahmin ettiklerinin ifade edildiğini görmekteyiz. Ayrıca öğrenciler cevaplarında bilim insanlarının gözlem yapma imkânlarının olmadığını da belirtmiştir.

Bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin Deney 2 grubunun uygulama öncesi sonuçları, Tablo 4.71’de yer almaktadır. Sonuçlarda görüldüğü gibi bu grupta bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmamaktadır.

Tablo 4.71. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Bilinmeyen bir zamanla ilgili savunulan düşünceler farklılık gösterebilir. Ortada belirli bir kanıt olmadığından yapılan deneyler ve araştırmalar farklılık gösterebilir. Bilim insanları arasındaki görüş farklılıkları bundan kaynaklanmaktadır.” Ö62</i>
Değişken	5	%17	<i>“Bilim insanları aynı verilere sahip olsa da yapmış oldukları çalışmalar sonucu kendisine daha mantıklı gelen teoriyi savunmuşlardır. Hayal güçlerini, yaratıcılıklarını, düşüncelerini de ortaya koyarak sonuca varmışlardır. Bu da aralarındaki farklılığa yol açmıştır.” Ö75</i>
Bilgili	-	-	

4.2.7. Öğretmen Adaylarının Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan on birinci soruda, kontrol, deney 1 ve deney 2 grubu öğrencilerine bilimsel bilginin ve bilimin üretildiği toplumun sosyal ve kültürel değerleri yansıtıp yansıtmadığı ya da evrensel olduğuna dair görüşleri sorulmuştur. Kontrol Grubu öğrencilerin uygulama öncesi görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.72’de verilmektedir.

Tablo 4.72. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir	16	%55
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	5	%17
Bilim dalına göre değişir	1	%3
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	7	%25

Kontrol grubu öğrencilerinin %55’i (16 öğrenci), bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Öğrenciler düşüncelerini desteklemek için deney sonuçlarının, kanıtların veya verilerin aynı olmasını, bilimin kişiden kişiye değişecek bir kavram olmadığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler düşüncelerini desteklemek için havada oksijen gazının olmasını, güneşin doğuş ve batış yönlerinin aynı olmasını vermişlerdir. Bir öğrenci ise tarihte bazı bilim insanlarının anlaşılmadıklarını, düşüncelerinden ötürü

yargılandıklarını belirtmiş, bilimin evrenselliğinin altını çizmiştir. Öğrencileri cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence bilim **evrenseldir**. Çevre bilimi ne kadar etkilese de **deney sonuçları her yerde aynıdır** ve deney yapan herkes aynı sonuçlara ulaşır. Sadece yorum yapmaları farklı olabilir. Ancak bu yorum farkından dolayı da sonuçlar arası çok fark olacağını zannetmiyorum. Mesela **atomun + ve – yüklerden** oluştuğu her ülkede aynıdır. Birisi çıkıp hayır bizim kültürel değerimize ve inancımıza göre böyle bir şey yok diyemez. Çünkü böyle olduğu **ispatlanmıştır**.” Ö3*

*“Bilim **evrenseldir** fakat ulus olarak baktığınızda yani bölge olarak değerlendirdiğinizde **insanların düşünceleri kabulleri, eğitim düzeyleri o bölgenin gelişmişliği etkiler**.” Ö6*

*“Bilim **evrenseldir** kişiden kişiye göre değişecek bir mesele değildir, dünyanın her yerinde aynıdır, eğer bu bütün yerlerde farklı olsaydı ‘o’ bilim olmazdı.” Ö7*

5 kontrol grubu öğrencisi (%17) bilim insanının yaşadığı ortamın koşullarından, çevresinden, sosyal, siyasi, ekonomik, kültürel şartlardan etkileneceğini ve sosyal çevre arasında bir etkileşimin olduğunu ve çalışmaların bu koşulların çerçevesinde gerçekleştirebileceğini belirtmiştir. Öğrencilerden biri toplumun sosyal ve kültürel olarak ilerlemesi ile daha fazla bilimsel çalışma yapılabileceğini belirtmiştir. Diğer bir öğrencinin bu konudaki görüşü toplumun ihtiyaçlarına göre bazı bilimsel alanlarda daha fazla ilerleme sağlanabileceğini yönündedir. Öğrenciler görüşlerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

*“**Etkiliyor olabilir. Toplumun kültürel ve sosyal çevresi ile ilgili bilimsel çalışmalar daha yoğun olabilir**” Ö12*

*“Bilim **sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir** çünkü bilimin ortaya çıkma sebeplerinden en önemlisi insan hayatını geliştirmektir. Bu nedenle **bilim her toplumda farklı gelişir**. Mesela Müslüman bir toplumda camii yapımı bilimi fiziki ve mimari açıdan etkiler” Ö19*

Bu gruptan 7 öğrenci (%25) bilimin hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini hem de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer verilmiştir.

*“Kabul edilen veriler **evrenseldir**. Her yerde insanlar suyun 100°C’de kaynadığına inanır. Fakat bence de bilim **sosyo-kültürel değerlerden etkilenir**. Az da olsa bu*

gerçekleşir. Çünkü bir ülkenin **kültürü, sosyal ve politik değerleri başta kişiye yansır. Sonuçta bilimi ortaya koyanlar bu insanlardır.**” Ö11

“**Bilim evrenseldir.** Mesela Türkiye’de suyun yoğunluğu 1 iken, Arabistan’da da Amerika’da da aynıdır. Ama hipotezler-teoriler işe karışınca **bilim pek de evrensel olamaz.** Türkiye veya Arabistan gibi ülkelerin bilim insanları Müslüman olduklarından ve Allah’a inandıklarından Büyük Patlama Teorisine karşı çıkabilir. Başka ülkelerde, örneğin Amerika’da ise bu teori çok mantıklı olabilir” Ö14

Kontrol grubundan bir öğrenci bilimin evrensel olduğunu ama bazı bilim dallarının doğaları gereği sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini aşağıdaki cümlede belirtmiştir.

“Bence bilimin **bazı dalları etkilenirken, bazı dalları evrenseldir.** Mesela bilimin **fen gibi dalları evrenseldir** çünkü deneyler yapılmış ve doğru sonuçlar alınmıştır, sosyo-kültürel olaylardan etkilenmez ama bilimin **tarih dalı sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilir.**” Ö17

Tablo 4.73. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	“Bilim her yerde aynıdır, evrenseldir. Kültürel ve sosyal değerlerden etkilenmez. Bilime kanıtlar hakimdir, düşünceler değil...” Ö4
Değişken	3	%10	“Evet, bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Çünkü o dönemin ihtiyaçları bilimin gelişmesini sağlar...” Ö20
Bilgili	2	%7	“Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum çünkü bir uygarlık yaşadığı döneme ve şartlara göre düşünür ama yaşadığı ortamın koşullarına, çevresine, sosyal, siyasal, ekonomik, kültürel şartlardan etkilenir ve bunlar çerçevesinde çalışır.” Ö24

Deney 1 Grubu öğrencilerin uygulama öncesi bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısına dair görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.74’de verilmektedir.

Tablo 4.74. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir	18	%62
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	5	%17
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	6	%21

Deney 1 grubundan 18 öğrenci (%62) bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Öğrenciler bilimin evrensel olduğunu açıklamak için bilimsel olguların deneylerle ispatlandığını, verilere dayandığını bu nedenle her yerde aynı sonuçlara ulaşıldığını belirtmişlerdir. Bir öğrenci bilimsel çalışmaların farklı unsurlardan etkilenmesi halinde doğruluğunu yitirebileceğini belirtmiştir. Öğrencileri cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence bilim **evrenseldir**. Çünkü sosyo- kültürel değerlerden etkilenirse her yerde **ortak bir dil olarak kalmaz**. Mesela atom modeli teorilerinde bilim adamları sosyal ve kültürel değerlerden etkilenirse evrenselliği kalkar.” Ö38*

*“Bilimin **evrensel olduğunu** düşünüyorum. Çünkü insanlar düşüncelerini kültürel ve ulusal sınırlarla ilgisini etkilemediğini düşünüyorum. Çünkü bilimin deneylerle ispatlandığını düşünüyorum. Deneyde her yerde aynı sonuca ulaşılacağı için bilimin evrensel olduğunu düşünüyorum.” Ö39*

*“Bence bilim **evrenseldir**. Çünkü bilim **kültürle, ulusla dil ile sınırlandırılacak bir şey değildir**. Bilim için kendini feda eden ve ortaya koyan insanların kültür ve ulus ölçümü yaptığını düşünmüyorum. **Bilime katkısı olanların sadece yaptığı iş ile ilgilendiğini ve yanındakilerin onlara nasıl katkı fikir ve düşünce sağlayabileceklerini düşünürler**. Bilimin gerçek bir sınırı yoktur ve bunlar kültürel ve ulusal diye sınırlandırılmamalıdır.” Ö47*

Deney 1 grubundan 5 öğrenci (%17) bilim insanının yaşadığı ortamın koşullarından, çevresinden, sosyal, siyasi, ekonomik, kültürel şartlardan etkileneceğini, farklı değerlere sahip insanlar olayı farklı yorumlayabileceği ve farklı görüşler ortaya çıkabileceğini belirtmiştir. Bir öğrenci sosyal ve kültürel ortamın bilimsel gelişmeyi hızlandırabileceğini belirtirken, diğer bir öğrenci ise bilimsel düşüncenin doğduğu sosyal ortamda cezalandırabileceğini ifade etmiştir. Bilimsel düşüncenin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini savunan bir öğrenci örnek olarak ülkemizde kadın

oldukları için sözleri dikkate alınmayan bilim insanları olduğunun altını çizmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmektedir.

*“Bence bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkileniyor çünkü farklı görüşlere ve inançlara sahip bir grup insan bir olaya **aynı açıdan baksa bile kendi değerlerine inançlarına göre onu yorumlar.** Böylece farklı görüşler ortaya çıkar...”* Ö30

*“Evet, **bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir.** Biz teknoloji alanında geri kalmış bir ülkeyiz. Avrupa ise reform hareketlerinden sonra bilimle uğraştığı için daha ileride.....”* Ö44

*“Bilim de her olay gibi sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. **Örneğin bir bilim kadınının sözlerinin Türkiye’de fazla dikkate alınmazken; ABD, İsviçre gibi gelişmiş, sosyal, politik, kültürel farkları olan ülkelerde dikkate alınması’ arasındaki farkın tek nedeni ‘sosyal ve kültürel değerlerden’ etkilenmesidir.**”* Ö34

Bu gruptan 6 öğrenci (%21) bilimin hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini hem de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer verilmiştir.

*“Bence **her ikisinden de vardır.** Çünkü insanın yaşamı ve kültürü düşüncesini etkiler. Bir yandan da üretilen **fikir evrensel olarak kabul görürse** teoriye veya kanuna dönüşür. Yani düşüncenin içinde hem fikri ortaya atan kişinin kültürü vardır hem de evrensel olarak kabul görmesi için bir mantığı olması gerekir.”* Ö36

*“Bence her ikisi de makbul çünkü **sonuçlar evrenseldir** ama **deney aşamaları, sonuçların oluşum aşamaları kültürel değerlerden etkilenmektedir.** Çünkü bu **kültürel değerler hayal gücü ve yaratıcılığı da etkilemektedir.** Bu yüzden bilim üzerinde her iki değer de etkilidir.”* Ö57

Tablo 4.75. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	22	%76	<i>“Bence bilim evrenseldir. Çünkü bilimin araştırılmasında bir son yoktur. Yani bilimi belirli konularla sınırlandıramayız. Bilim sosyal, politik ve felsefi değerlerden etkilenmez” Ö56</i>
Değişken	4	%14	<i>“Bence her ikisi de etkilidir çünkü sonuçlar evrenseldir ama deney aşamaları, sonuçların oluşum aşamaları kültürel değerlerden etkilenmektedir. Çünkü bu kültürel değerler hayal gücü ve yaratıcılığı da etkilemektedir. Bu yüzden bilim üzerinde her iki değer de etkilidir” Ö57</i>
Bilgili	3	%10	<i>“Bence bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkileniyor çünkü farklı görüşlere ve inançlara sahip bir grup insan bir olaya aynı açıdan baksa bile kendi değerlerine inançlarına göre onu yorumlar. Böylece farklı görüşler ortaya çıkar...” Ö30</i>

Deney 2 Grubu öğrencilerin uygulama öncesi bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısına dair görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.76’da verilmektedir.

Tablo 4.76. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir	22	%76
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	5	%18
Bilim dalına göre değişir	1	%3
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	1	%3

Deney 2 grubundan 22 öğrenci (%76) bilimin evrensel olduğunu, sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmediğini savunmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; bilimin sayısal verilere dayandığını, bu noktada duygulardan etkilenmesinin mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Öğrenciler ayrıca bilimin kanıtlanmış bilgilere dayandığını, hipotez ve kanunların her yerde geçerli olduğunu ifade etmişlerdir. Öğrencilerden birkaçı düşüncelerini desteklemek için suyun 0⁰C’de donmasını ve 100⁰C’de kaynamasını örnek olarak vermiştir. Bir öğrenci ilkel zamanlarda bilim ile ilgilenen insanların sosyo-kültürel değerlerden etkilenmiş olabileceğini belirtmiştir. Öğrencileri cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence **bilim evrenseldir. Sosyal, felsefi ve dini konulardan etkilenmemelidir. Bilim sayısal verilerle ortaya çıkar eğer araya duygular girerse o bilim olmaktan çıkar.**” Ö60*

*“Bence **bilim evrenseldir. Bir bilim kanunu her yerde aynıdır. Örneğin suyun 100°C’de kaynaması bir kesinliktir. Su her yerde 100°C’de kaynar. Diğer bilim dalları içinde evrensellik geçerlidir.**” Ö63*

*“Bilim evrenseldir. Çünkü bir **hipotez veya teoremin kanıtlanması için yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar her ulusta aynı anlama gelir.**” Ö67*

Deney 2 grubundan 5 öğrenci (%17) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündüğünü belirtmiştir. Öğrenciler bilim insanlarının çalışma koşullarının farklı olduğunu, insanının yaşadığı ortamın koşullarından, çevresinden etkileneceğini ve toplumdaki baskıcı ortamın bilimin gelişme sürecini etkileyeceğini belirtmiştir. Öğrenciler görüşlerinden örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence **etkileniyor çünkü bilim bir birikimle oluyor, bu bilgiler kuşaktan kuşağa aktarılırken toplumların kültürleriyle etkileşimde bulunabiliyor...**” Ö81*

*“Bilim **sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir** çünkü her ülkede bilim insanları için **aynı koşullar bulunmamaktadır. Bir bilim adamı başka bir ülkede yapılan bir deneyi kendi ülkesinde yaparken sorunlarla karşılaşabilir...**” Ö77*

Bu gruptan 1 öğrenci (%3) bilimin hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini hem de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencinin bu soruya verdiği cevap aşağıdadır.

*“Bence bilim **evrenseldir ve aynı zamanda sosyo- kültürel değerlerden de etkilenir. Örneğin bir ülkede yeni bir şey bulunurken ülkenin sosyo- kültürel değerleri de etkiler fakat daha sonra bu bilgi evrenselleşir.**” Ö64*

Deney 2 grubundan bir öğrenci bilimin evrensel olduğunu ama bazı bilim dallarının doğaları gereği sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini aşağıdaki cümlede belirtmiştir.

*“Evet, **etkilenir çünkü bilim sadece matematik, fen değildir. Edebiyat, tarih ve din de birer bilimdir. Bazı bilimler sosyo kültürel değerlerden etkilenmez (örnek: matematik, fizik gibi) ama din, tarih gibi sosyal bilimler etkilenir. Örneğin edebiyat kültürün yansımasıdır.**” Ö69*

Tablo 4.77. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Bilim evrenseldir. Bir yerde bulunan bir hipotez veya kanunlar her yerde geçerlidir. Her ne kadar sosyal ortamlar farklı olsa da her yerde aynı olmalıdır.” Ö62</i>
Değişken	5	%17	<i>“Bence etkileniyor çünkü bilim bir birikimle oluyor, bu bilgiler kuşaktan kuşağa aktarılırken toplumların kültürleriyle etkileşimde bulunabiliyor ve böyle olması bence yanlış bir durum bilim evrensel olmalı sosyal ve kültürel ortamlardan etkilenmemeli.” Ö81</i>
Bilgili	-	-	

4.3. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri

Uygulama sonrası kontrol, deney1 ve deney 2 grubu öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşleri;

- Bilimsel bilginin deney ve gözlemlerden elde edilen verilere dayalı doğası,
- Bilimsel teori ve kanunların değişebilir doğası,
- Teori ile kanun arasındaki ilişki,
- Gözlem ile çıkarım arasındaki ilişki,
- Bilimsel bilginin teori yüklü doğası,
- Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı,
- Bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası

olmak üzere yedi boyut halinde sunulmaktadır.

4.3.1. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Deney ve Gözlemlerden Elde Edilen Verilere Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri

Öğrencilerin uygulama sonrası bu boyuta ilişkin görüşleri; Bilimin Doğasına Yönelik Görüşler Ölçeği- Form C’deki (VNOS-C) birinci, ikinci ve üçüncü sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda ortaya konmuştur. Birinci soruda bilimin tanımını yapmaları ve bilimi, diğer sorgulama disiplinlerinden (felsefe, din gibi) ayıran yönlerini belirtmeleri istenmiştir. Ayrıca bilim insanların kullandığı evrensel bir bilimsel yöntemin var olup

olmadığı sorulmuştur. Bu bölümün analizi her bir grup için (kontrol grubu, deney1, deney2, grupları) ayrı ayrı yapılmıştır. Kontrol grubu öğrencilerine öğrenci merkezli eğitim dışında herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Öğrencilerin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.78’de sunulmaktadır⁹.

Tablo 4.78. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Yeni şeyler keşfetmek/insanların hayatını kolaylaştırmak	7	%24
Dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklamak	16	%55
Bir bilgiyi deney, gözlem ve tartışma ile kanıtlamak	10	%34

Son testte kontrol grubunun bilimin tanımına dair verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin uygulama öncesi verdikleri cevaplarla benzerlik gösterdikleri görülmekle beraber o kategori içinde açıklama yapan öğrenci yüzdeleri farklıdır. Kontrol grubundan 16 öğrenci (%55), bilimi dünyada var olan olayların neden ve nasıl olduğunun araştırılması ve açıklanması, gerçeklerin ortaya konması olarak tanımlamıştır. Aşağıda, bu cevabı veren öğrencilerden bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bence bilim, Dünya’da daha genel bakarsak evrende var olmuş şeylerin neden nasıl olduğu bilim insanları tarafından açıklanır...” Ö1

“Bilim doğamızdaki olayları inceleyip, sebep ve sonuçlar bulmak, bilgi edinmektir. ...” Ö4

“Bilim bir konu hakkında merak edilen herhangi bir şeyin en ayrıntısına kadar araştırılmasıdır...” Ö25

Kontrol grubundan 10 öğrenci (%34) bilimi deney, gözlem ve tartışmaya bağlı olarak ortaya konan bilgiler olarak açıklamışlardır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bir şeyi kanıtlamak veya açıklamak için yapılan araştırmaların, çalışmaların ve düşüncelerin bütünüdür...” Ö9

“Bilim deney ve gözlemlerle açıklanan bilgidir...” Ö8

⁹Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den fazla olmaktadır.

Kontrol grubundan 7 öğrenci ise (%24), bilimi ihtiyaca ve merakla dayalı keşifler veya insanların hayatını kolaylaştırmak için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim; insanların **ihtiyacı ve merakı sonucu ortaya çıkan deney ve gözleme dayalı bir oluşumdur.**” Ö 6*

*“Bilim; deneyler, araştırmalar ile **doğruyu bulma, bir şey yaratma, keşfetmedir...**” Ö13*

*“Bilim **hayatı kolaylaştırma adına yapılan ve neden – sonuç ilişkisi kurmak için yapılan deneylerdir.** ...” Ö17*

Deney 1 grubu öğrencilerine uygulama boyunca doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım ile bilimin doğası öğretimi yapılmıştır. Deney 1 grubunu öğrencilerinin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.79’da sunulmaktadır¹⁰.

Tablo 4.79. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teknolojinin gelişmesini sağlar/insanların hayatını kolaylaştırır	5	%17
Doğada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklar	17	%57
Deneye, gözleme, tartışmaya dayanır	10	%34
Kesinlik içermez sürekli yenilenebilir, değişebilir	7	%24
Kanıtlarla desteklenir	7	%24
Yanlışlanabilir	1	%3
Teorilerle ve verilerle kavramları açıklar	2	%7
Yaratıcılık kullanılır	1	%3
Bilgiye yeniliğe ulaşmayı sağlar	2	%7

Son test sonrası Deney 1 grubunun bilim tanımına dair yaptıkları tanımlar incelendiğinde çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramlar içerdiği görülmektedir. Öncelikle ilk test sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplar karşılaştırıldığında hem yanıtlardaki çeşitliliğin arttığı görülmekte hem de *yaratıcılık*

¹⁰ Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den fazla olmaktadır.

kullanılır, yanlışlanabilir, teorilerle kavramları açıklar, kesinlik içermez gibi çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramların kullanıldığı görülmektedir. İlk test sonrası öğrencilerin %38'i bilimin kesin sonuçlar içerdiğini ifade ederken uygulama sonrası öğrencilerin %24'ünün bilimin kesinlik içermediğini, sürekli yenilenebilir ve değişebilir olduğunu tanımlarında belirttikleri görülmektedir.

Deney 1 grubu öğrencilerin bilimin tanımı ile ilgili verdikleri cevaplar ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde öğrencilerinin %57'si bilimi doğada var olayların nasıl olduğunu açıklayan bir etkinlik olarak tanımlamışlardır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

“Doğadaki olayları, var oluşu anlamak ve bunları kanuna dökmeye bilim denir. Fizik, Kimya, Biyoloji doğadaki olayların nasıl olduklarını açıklayan bilim dallarıdır...” Ö30

“Bilim doğanın akıl almaz sırlarını dünyanın nasıl döndüğüne kadar tüm detayları ile açıklayıp ispat etmeye çalışan daldır, bir şeye bağlı kalmaz...” Ö32

“Bilim, evrenin ya da doğada var olan olayların bir bölümünü konu alarak gerçekliğe ve deneysel yöntemlere dayanarak açıklamaktır...” Ö41

Deney 1 grubundan 10 öğrenci (%34) bilimi deney, gözlem ve tartışmaya bağlı ortaya konan bilgiler olarak açıklamışlardır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

“Evrenin olaylarını konu alan deneylere ve gerçeklere dayanan bilgi topluluğudur. Bilimi felsefe ve din gibi disiplinlerden ayıran özellik deney gerektirmesi ve değişebilirliğidir.” Ö38

“.....Bilim deneylerle kanıtlanabilir ve sürekliliği vardır, geleceğimizi yönlendirir...” Ö34

Deney 1 grubundan 5 öğrenci (%17), bilimi insanların hayatını kolaylaştırmak ve teknolojinin gelişmesi için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bence bilim insanların yararı için, hayatı kolaylaştırmak için yapılan deneyler ev buluşların tümüdür...” Ö48

*“Bilim, insanlığın nasıl daha ileri **gidebileceğini**, **geleceğini** araştıran ve **sorgulayan bir daldır**. Ayrıca bilimin kesinlik içermemesi önemli bir onu felsefe ve din gibi disiplinlerden ayırır...” Ö53*

Deney 1 grubundan 7 öğrenci (%34) bilimi tanımlarken kesinlik içermediğini, sürekli yenilenebilir olduğunu, değişebilir olduğunu belirtmişlerdir. Aşağıda, öğrenci cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim insanların anlam anlayışına cevap bulmaktır. Bilimi felsefe ve din gibi dallardan ayıran en önemli özellik **kesin olmayışıdır** ...” Ö37*

*“Bilim **kesin değildir, sürekli yenilenir** ve geleceğimizi yönlendirir...” Ö34*

Deney 1 grubundan 7 öğrenci (%24) açıklamalarında bilimin kanıtlarla desteklendiğini, kanıta dayandığını ifade etmişlerdir. Aşağıda, öğrenci cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim bilgiye ulaşmaya yardımcı olan bir yoldur. İnceleme daldır, **kanıta dayalıdır, doğrulanır veya yanlışlanır**...” Ö35*

*“Bilim doğadaki ya da evrendeki olayları **akıl, mantık, matematiksel veriler ve kanıtlarla açıklamasıdır** ...” Ö57*

Deney 1 grubu öğrencilerinin bir bölümü bilimi tanımlarken bilimin yanlışlanabilir olması, kavramları teorilerle ve verilerle açıklaması, bilgiye yeniliğe ulaşmayı sağlaması ve yaratıcılığın kullanılmasını özellikleri olarak ifade etmişlerdir.

*“Doğadaki gelişmeleri, olayları **teorilerle, deneylerle açıklayan bir daldır**...” Ö47*

*“Bilim bir konu hakkında **yaratıcılığımızı, gözlemlerimizi edindiğimiz bilgileri deneyler ile desteklememizdir**...” Ö50*

Deney 2 grubu öğrencilerine uygulama hem boyunca doğrudan yansıtıcı ve tarihsel yaklaşım ile bilimin doğası öğretimi yapılmış hem de işledikleri kimya konuları ile ilgili argümantasyon etkinlikleri yapmışlardır. Deney 2 grubunu öğrencilerinin yaptıkları bilim tanımlarına ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.80’de sunulmaktadır¹¹.

¹¹Öğrencilerin, genellikle sorulara tek bir cevap vermemiştir. Böyle durumlarda, verdikleri cevaplar birden fazla kategoriye dahil edilmiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den fazla olmaktadır.

Tablo 4.80. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Yaptıkları Bilim Tanımlarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teknolojinin gelişmesini sağlar/insanların hayatını kolaylaştırır	2	%7
Doğada var olan olayların neden ve nasıl olduğunu açıklar	9	%31
Deney, gözlem ve tartışma ile olguları açıklar	10	%34
Değişebilir, gelişebilir kavramlardır	9	%31
Doğada var olan olayların kanıtlarla, sayısal verilerle açıklanması	10	%34
Kesinlik içermez	6	%21
Evrensel bir kavramdır	3	%10
Çürütülebilirdir	1	%3

Uygulama sonrası Deney 2 grubunun da bilim tanımına dair yaptıkları açıklamalar incelendiğinde Deney 1 grubu gibi çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramların kullanıldığı görülmektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinin bilimin tanımına dair verdikleri cevaplarda bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimsel bilginin gelişebilirliği ve kesinlik içermemesi kavramlarını kullandıkları görülmektedir. Bir öğrenci bilimsel bilginin çürütülebilir olduğunu ifade etmiştir. İlk test sonrası öğrencilerin %21'i bilimin kesin sonuçlar içerdiğini ifade ederken uygulama sonrası öğrencilerin %21'i bilimin kesinlik içermediğini, tartışmaya dayalı olgulardan oluştuğunu ifade etmiştir. Deney 2 grubundan sadece bir öğrenci bilimsel bilginin kesin sonuçlara dayandığını belirtmiştir. Ayrıca bilimsel bilginin kanıta dayandığını düşünen öğrenci sayısında artış görülmektedir (%14'ten %34'e çıkmıştır).

Öğrencilerin bilimin tanımı ile ilgili verdikleri cevaplar ayrıntılı bir şekilde incelendiğinde %31'i bilimi doğada var olayların nasıl olduğunu açıklayan bir etkinlik olarak tanımlamışlardır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili alıntılara yer verilmektedir:

“Bilim çevremizdeki hayatın nasıl işlediğine dair cevap arar. Evrenin nasıl var olduğu ve evrende düzenin nasıl işlediğini araştırır...” Ö67

“Bilim, insanların çevreyi ve bulunduğu ortamları daha iyi anlayabilmesi, maddeyi tanıyabilmesi demektir...” Ö79

Deney 2 grubundan 10 öğrenci (%34) bilimin deney, gözlem ve tartışmaya bağlı ortaya konan bilgiler olarak ifade etmiştir. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili alıntılar yer almaktadır:

*“Bence bilim dünyadaki olayları **deneyler, gözlemler ve duyu organları ile açıklamaktır...**”* Ö61

“.....Bilim insanın merak ettiğini açıklamak için başvurduğu deneysel ve gözlemsel şeylerin tamamıdır ...” Ö69

*“Bilim herhangi bir konu hakkında **deneyler, gözlemler, araştırmalar** yapılması, bunların sonucunda teoriler ve kanunların ortaya çıkmasıdır...”* Ö77

Deney 2 grubundan 10 öğrenci (%34) bilimi doğada var olan olayların kanıtlarla, sayısal verilerle açıklanması olarak tanımlamışlardır. Aşağıda, öğrenci cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bilim doğada olan bir şeyi **deneylere ve kanıtlara dayanarak açıklamaktır.** Bilimi felsefe ve dinden ayıran kanıtlanabilir olmasıdır.”* Ö 86

*“Bence bilim **olayların, durumların sayısal verilerle kanıtlandığı, açıklandığı** alana denir...”* Ö57

*“Bilim doğayla ilgili nesnel kavramları, evrenin düzenini anlamamız için açıklayan bir daldır. Bilim adamları tarafından farklı şekillerde yorumlansa da **kanıtlanmış bir olgu herkes tarafından kabul görür...**”* Ö62

Deney 2 grubundan 9 öğrenci (%31) bilimi tanımlarken değişebilir, gelişebilir olduğunu belirtmiştir. Aşağıda, öğrenci cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“...Her bilimsel düşünce kesin doğrudur diyemeyiz, konu üzerinde yapılan tartışmalar ortaya atılan yorumlar daha başka bu bilim dalı ile ilgilenen bilim adamlarının **deney ve gözlemleri ile bilimsel bilgiler değişebilir ...**”* Ö71

*“Sürekli **geliştirilebilir olması, yeniliklere açık olması, kesin bir şey olmaması, sürekli yenilenmesi** bilimin özellikleridir...”* Ö74

*“...Bilim her zaman vardır ve bilim sayesinde bütün bilgiler **her an değişebilir.**”* Ö77

Deney 2 grubundan 6 öğrenci (%21) bilimin kesinlik içermediğini tanımlarında belirtmiştir. Aşağıda, öğrenci cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

“Bence bilimi diğerlerinden (felsefe, din gibi disiplinler) ayıran en önemli özellik kesin sonuçlara dayanmamasıdır...” Ö72

“Bilim kesin sonuçlar içermeyen üzerinde tartışılabilen tartışıldıkça daha farklı yargılara ulaşabileceğimiz bir olgudur...” Ö71

Deney 2 grubundan 2 öğrenci (%7), bilimi insanların hayatını kolaylaştırmak ve teknolojinin gelişmesi için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda, öğrencilerden bu cevap ile ilgili bazı alıntılar yer almaktadır:

“Bilimi din ve felsefeden ayıran en önemli etken, teknolojinin zamanla gelişmesi ile değişim gösterebilmesidir.” Ö87

“Bence bilim bilinmeyi araştırma ve açıklayan, hayatı kolaylaştıran ve evrenin sırlarını çözmeye çalışan bir disiplindir...” Ö64

Deney 2 grubu öğrencileri bilim tanımlarında bilimin evrensel bir kavram olduğunu ve bilimsel bilginin çürütülebileceğini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Bilim değişime açıktır, her an çürütülebilir ya da geliştirilmeye açıktır.” Ö64

“Bilim evrensel bir kavramdır. Her insanın düşünce yapısı farklı olduğu için bilim insanları da farklı sonuca varabilir...” Ö63

Kontrol grubu öğrencilerinin bilimin diğer sorgulama disiplinlerinden ayrılan özelliklerine dair verdikleri cevaplar incelendiğinde bilimin araştırma, deney ve gözleme, kesin bilgiye, kanıta, somut kavramlara dayandığını belirttikleri görülmektedir. Din, felsefe gibi disiplinlerin ise farklı görüşler içerdiğini, düşüncelere, kişilere ve inanca bağlı olduğunu, insanları ve insanlar arası ilişkileri incelediğini ve daha katı görüşler içerdiğini ifade ettikleri etmişlerdir. Bu verilere ilişkin bulgular Tablo 4.81’de sunulmaktadır.

Tablo 4.81. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Araştırma, deney ve gözlem yapma	10	%34
Kesin bilgiye dayanır	2	%7
Yeni şeyler keşfetme ve değişim	2	%7
Somut kavramlara, gerçekliğe dayanır	5	%17
Kanıta dayanır, açıklama yapar	8	%26

Kontrol grubu öğrencilerinin %34'ü bilimin diğer disiplinlerden farkı araştırma ve deney yapmaya dayalı olmasıdır demiştir. Öğrencilerin bazıları deney ve gözlem ile elde edilen bilgilerin kesinlik içerdiğini belirtmiştir. Aşağıda bu cevabı veren bir öğrencinin açıklaması yer almaktadır:

*“...Bilim dallarında **deneyler, araştırmalar kesin bilgiye ulaşmak düşüncesi yer alırken** felsefe ve dinde her insanın bir konu ile ilgili birçok farklı görüşü olabilir.”*

Ö1

Kontrol grubu öğrencilerinin %26'sı bilimin din ve felsefe gibi disiplinlerden farklı kanıtlara ve açıklamalara dayandığını ifade etmiştir. Bu açıklamayı yapan öğrencilerden birinin cevabı şöyledir:

*“...Bilimin diğer dallardan ayrılması **bilimin tüm evreni inceleyip mantıklı açıklamalar yapmasıdır.**”* Ö2

Kontrol grubu öğrencilerinden 5 kişi (%17), bilimin diğer disiplinlerden farkı somut kavramlarla ve gerçeklerle ilgili olmasıdır demiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir tanesi aşağıda yer almaktadır:

*“.....Felsefe, din vb. alanlar kişiye, düşüncelere ve inançlara dayanırken **bilim gerçeklere dayanır**”* Ö5

Deney 1 grubunun öğrencileri bilimin diğer sorgulama disiplinlerinden ayrılan özelliklerini deney kullanılması, kanıtlara dayanması, kesinlik içermemesi, bağımsız olması, değişebilir ve gelişebilir doğası olarak ifade etmiştir. Bu grubun uygulama öncesi ve uygulama sonrası sonuçları karşılaştırıldığında ‘bilim kesin sonuçlara bağlıdır’ cevabının yerini ‘bilim kesinlik içermez’ ifadesinin aldığı görülmektedir. Ayrıca bilim bağımsız düşünmeye dayanır ve değişebilir ifadeleri uygulama sonrasında yanıtlarda yer almıştır. Diğer ifadeler iki testte de benzerlik göstermektedir. Bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran farklara ilişkin deney 1 grubunun verdiği cevaplar Tablo 4.82’de sunulmaktadır.

Tablo 4.82. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney kullanılır	8	%28
Kesinlik içermez	5	%17
Nesneldir	1	%3
Bağımsız düşünür, değişebilir, gelişebilir	4	%14
Kanıtı dayanır	12	%31

Deney 1 grubundan 12 öğrenci (%31), bilimin diğer disiplinlerden farkının kanıtı dayanması olduğunu ifade etmiştir. Bir öğrencinin açıklaması aşağıdadır:

“....., **bilim kanıt ister doğrulanır, yanlışlanır, kesin doğru veya kesin yanlış yoktur.**” Ö35

Deney 1 grubu öğrencilerinin %14’ü bilimin diğer disiplinlerden farkının kesinlik içermemesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

“...Bilimi felsefe, din gibi dallardan ayıran **en önemli özellik kesin olmayışdır...**” Ö37

Deney 1 grubundan 8 öğrenci (%28), bilimin diğer disiplinlerden farkının deney kullanılması olduğunu belirtmiştir. Dört öğrenci (n=4, %14) bilimde bağımsız düşüncenin var olduğunu, gelişmeye ve değişime açık olmasıyla diğer bilimlerden (felsefe, din) farklı olduğunu altını çizmiştir. Deney 1 grubundan bir öğrenci bilimin nesnel olduğunu, bu nedenle felsefe, din gibi alanlardan farklı olduğunu belirtmiştir. Yukarıda belirtilen kavramlar ile ilgili cevaplardan birkaçı aşağıda verilmiştir:

“.....bilimi ayıran özellik **deney gerektirmesi ve değişebilirliğidir.**” Ö38

“.....bilim **bir şeye bağlı kalmaz,** ancak din vb. gibi dallar belli temeller üzerindedir.” Ö32

“.....Bilim **evrensel ve daha gerçekçi olduğu için diğerlerinden ayrılır.**” Ö76

Deney 1 grubu öğrencileri felsefe ve din gibi kavramlarda değişimin olmadığını, deneylerle kanıtlanmadığını, kanıt ya da gerekçe olmadığını ve düşünceye dayandığını belirtmişlerdir.

Deney 2 grubu öğrencileri bilimin diğer sorgulama disiplinlerinden ayrılan özelliklerini temel olarak deney ve gözlem kullanılması, kanıtlara dayanması, kesinlik içermemesi, değişebilir ve gelişebilirliği olarak ifade etmiştir. Bu başlıkların deney 1 grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplarla örtüştüğünü söyleyebiliriz. Ayrıca bu grubun uygulama öncesi ve uygulama sonrası sonuçları karşılaştırıldığında bir öğrenci dışında ‘bilim kesin sonuçlara bağlıdır’ ifadesi yerini ‘bilim kesinlik içermez’ ifadesinin aldığı görülmektedir. Ayrıca bilimde farklı yorumlar olabilir, gelişebilir, çürütülebilir bağımsız düşünmeye dayanır ve değişebilir ifadeleri uygulama sonrasında yanıtlarda yer almıştır. Uygulama öncesi 2 öğrenci (%7) bilimin değişebileceğini söylerken uygulama sonrası bu sayı 8’e (%28) çıkmıştır, diğer ifadeler iki testte de benzerlik göstermektedir. Bilimi diğer sorgulama disiplinlerinden ayıran farklara ilişkin deney 2 grubunun verdiği cevaplar Tablo 4.83’de sunulmaktadır¹².

Tablo 4.83. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimi Diğer Sorgulama Disiplinlerinden Ayıran Farklara İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlem yapma	4	%14
Kesinlik içermez	4	%14
Nesneldir	2	%7
Değişebilir, gelişir, farklı yöntemler kullanılır	8	%28
Kanıtı dayanır	9	%31
Çürütülebilir	1	%3

Deney 2 grubu öğrencilerin %14’ü, bilimin diğer disiplinlerden farkı deney ve gözleme bağlı olmasıdır demiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir tanesine aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence bilimin diğerlerinden ayrılan en önemli özelliği bilim için **deney, gözlem, teori gibi kanıtlanması gereken şeyler vardır...**” Ö78*

Deney 2 grubu öğrencilerinden dokuzu (%31), bilimin diğer disiplinlerden farkının kanıtı dayanması olduğunu ifade etmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

*“...Bilimi diğerlerinden ayıran **en büyük özellik öznel olmaması ve kanıtlanabilmesidir.**” Ö60*

¹² Öğrencilerin tümü bilimi diğer disiplinlerden ayıran özellikler nedir sorusuna cevap vermemiştir. Bu sebepten yüzde değerlerinin toplamı 100’den az olmaktadır.

Deney 2 grubu öğrencilerinden dördü (%14) ise bilimin diğer bilimlere göre farkının kesinlik içermemesi olduğunu belirtmiştir. Konu ile ilgili cevaplardan birine aşağıda yer verilmiştir:

“Bence bilimi diğerlerinden ayıran en önemli özellik kesin sonuçlara dayanmamasıdır...” Ö72

Deney 2 grubundan 8 öğrenci (%28), bilimin diğer disiplinlerden farkının farklı yöntemler kullanılması, değişebilir ve gelişebilir olmasından kaynaklandığını vurgulamışlardır. Konu ile ilgili cevaplardan bir örnek aşağıda verilmiştir:

“...Bilimi diğerlerinden ayıran özellikler; bilimin değişebilir ve gelişebilir olması, doğru sonuca ulaşmak için sadece bir yolun olmaması veya aynı sonuçlara farklı yorum getirmeleri olabilir.” Ö61

Bunların dışında Deney 2 grubu öğrencileri felsefe ve din gibi alanların bilimden farkını açıklarken bu alanların inanca bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

VNOSC Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeğinin 1. Sorusunun ikinci bölümünde bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinde evrensel bir yöntem bulunmadığını düşünen öğrencilerin sayısı %7’den %28’e çıkarken, Deney 1 ve Deney 2 grubu öğrencilerinde bu sayıda daha ciddi bir artış görmekteyiz. Deney 1 grubunda evrensel bir yöntemin olmadığını düşünen öğrenci sayısı %7’den %55’e çıkarken, Deney 2 grubunda %7’den %72’ye ulaşmıştır. Kontrol grubunun uygulama sonrası bu soruya verdiği cevaplar Tablo 4.84’te sunulmaktadır.

Tablo 4.84. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	21	%72	<i>“Evet. Bilim insanları ilk önce merak eder, sorgular sonra deney yaparak neden olduğunu bulmaya çalışır. Bu evrenseldir.” Ö 3</i>
Evrensel bir yöntem yoktur	8	%28	<i>“Her bilim insanının kendine özel yöntemleri vardır yani evrensel bir yöntem yoktur.” Ö 5</i>

Deney 1 grubunun bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorusuna verdiği cevaplar Tablo 4.85’de sunulmaktadır.

Tablo 4.85. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	13	%44	“Vardır. Etrafı gözlemleme, sonuç çıkarma, deney, yorum yapmak evrensel bir yöntemdir. Bütün bilim insanları bu yöntemleri kullanır” Ö 60
Evrensel bir yöntem yoktur	16	%55	“Bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem yoktur. Bilim görecelidir ve herkesin kendine göre bir yöntemi vardır.” Ö 37

Deney 2 grubunun bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem olup olmadığı sorusuna verdiği cevaplar Tablo 4.86’da sunulmaktadır.

Tablo 4.86. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilim İnsanlarının Kullandıkları Evrensel Bir Yöntem Varlığına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Evrensel bir yöntem vardır	8	%28	“Vardır. Bazı yapılan şeylerin prosedürleri vardır. Aynı zamanda kontrollüdür. Her şey belli kurallara göre yapılır” Ö 66
Evrensel bir yöntem yoktur	21	%72	“Bilim insanlarının kullandığı evrensel bir yöntem yoktur. Kimisi deneylerle kimi de gözlemlerle çalışmalarını yapabilirler” Ö 75

Öğrencilerin bilime dair yaptıkları tanımlar ve bilimi diğer disiplinlerden ayıran farklarına ilişkin cevaplarından elde edilen boyut bilimin tanımı olarak adlandırılmıştır. Uygulama sonrası sonuçlarına göre kontrol grubu öğrencilerinin bilim tanımları incelendiğinde zayıf görüşlerin yerini çoğunlukla değişken görüşe bıraktığı görülmektedir. Uygulama öncesi %97 olan zayıf görüşlü öğrenci yüzdesi uygulama sonrası %45’e düşmüş, değişken görüşlü öğrenci yüzdesi ise %3’ten %48’e çıkmıştır. Deney 1 ve Deney 2 grupları için uygulama öncesi ve uygulama sonrası değişikliğin çok daha çarpıcı olduğunu görmekteyiz. Uygulama öncesi her iki grupta bilgili görüşe

sahip öğrenci bulunmazken, uygulama sonrası deney 1 grubunda %48, deney 2 grubunda ise %55 oranında öğrencinin çağdaş bilim anlayışına uygun bilim tanımı yaptıklarını söyleyebiliriz.

Tablo 4.87’de kontrol grubu öğrencilerinin bu boyuttaki temalara ait, frekans, yüzdeler ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine yer verilmektedir:

Tablo 4.87. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Kontrol Grubunun Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	13	%45	<i>“...bilim, Dünya’da daha genel bakarsak evrende var olmuş şeylerin neden, nasıl olduğu bilim insanları tarafından açıklanır. Bilim dallarında deneyler, araştırmalar kesin bilgiye ulaşmak düşüncesi ile yapılır...” Ö1</i>
Değişken	14	%48	<i>“Bilim kanıtlanabilen ve mantıklı açıklamaları olan bir alandır. Bilimde hayal gücü önemlidir...” Ö3</i>
Bilgili	2	%7	<i>“...Çevremizdeki olayları anlamak için veya yeni şeyler keşfetmek için yaptığımız faaliyetler bütünüdür. Bilimi diğerlerinden ayıran şey her zaman değişebilmesi ve sürekli üzerine yeni şeyler eklenebilmesidir...” Ö23</i>

Tablo 4.88’de Deney 1 grubu öğrencilerinin bu boyuttaki temalara ait, frekans, yüzdeler ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine yer verilmektedir:

Tablo 4.88. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Deney 1 Grubunun Sonuçlar

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	5	%18	<i>“Bilim; birtakım verilerin kanıtlanarak kanunlaştırılmasıdır...” Ö52</i>
Değişken	10	%34	<i>“Bence bilim doğadaki herhangi bir konuyu açıklayabilen düşüncelerdir...” Ö31</i>
Bilgili	14	%48	<i>“Bilim bilgiye ulaşmaya yardımcı olan bir yoldur. İnceleme dalıdır, bilimi diğerlerinden ayıran özellikler bilim kanıt ister, doğrulanır, yanlışlanır, kesin doğru veya kesin yanlış yoktur...” Ö35</i>

Tablo 4.89’da Deney 2 grubu öğrencilerinin bu boyuttaki temalara ait, frekans, yüzdeler ve bu kategorilerdeki öğrencilere ait bir alıntı cümlesine yer verilmektedir:

Tablo 4.89. Bilimin Tanımı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Deney 2 Grubu Sonuçlar

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	6	%21	<i>“Bilimi diğerlerinden ayıran kesin bir sonuca ulaşılabilir ya da gözle görülür somut şeylerle doğruluğunu araştırabiliriz...” Ö84</i>
Değişken	7	%24	<i>“Bence bilim olayların, durumların sayısal verilerle kanıtlandığı, açıklanacağı alana denir...” Ö60</i>
Bilgili	16	%55	<i>“...Bilimi diğerlerinden ayıran özellikler; bilimin değişebilir ve gelişebilir olması, doğru sonuca ulaşmak için sadece bir yolun olmaması veya aynı yolu takip eden bilim insanlarının farklı yorumlar çıkarabiliyor olması.” Ö61</i>

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası deney tanımına ilişkin verdikleri cevapların frekansları ve yüzde değerleri tablo 4.90’da verilmiştir.

Tablo 4.90. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	23	%79
Genel prosedürlerdir	1	%3
Hem değişkenlerin kontrolü hem de genel prosedürlerdir	1	%3
Hipotezi, fikri kanıtlamak/doğruluğunu ispatlamak için yapılır	11	%38
Bir olayı incelemek için yapılan çalışmalardır	3	%10
Sonuca/ gerçeklere ulaşmak için yapılan çalışmalardır	2	%7

Kontrol grubu öğrencilerinin %79’u deneyi değişkenlerin kontrolü olarak tanımlamıştır, 1 öğrenci (%3) deneyin genel prosedürlerin uygulanması olarak ifade ederken, 1 öğrenci bu iki tanımında deneyi açıkladığını ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir.

“Bir hipotezin doğru olup olmadığını, birçok farklı yolla ispatlamak amacıyla deney yapılır. Bence deney değişkenlerin kontrolüdür. Çünkü değişkenler değiştirildiğinde ya da düzeneklerde herhangi bir değişimde hipotezin doğruluğu değişebilir.” Ö1

“Deney genel prosedürlerdir. Prosedürlere uygun olarak yapılabilir.” Ö10

“Her ikisi olarak da değerlendiririm yerine göre değişebilir.” Ö19

11 öğrenci (%38), deneyin bir hipotezi ya da fikri kanıtlamak, doğruluğunu ispatlamak için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda kontrol grubu öğrencilerinden bir alıntı yer almaktadır.

*“Deney bilim insanlarının **bir konu hakkında onunla ilgili doğru mu yanlış mı olduğuna karar vermek için yapılan sağlama gibidir...**” Ö7*

Bir grup öğrenci (%17) ise deneyi bir olayı incelemek için veya sonuca ulaşmak için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda bir öğrencinin cevabı yer almaktadır.

*“Deney **bir olayı incelemek için yapılan çalışmalara denir.** Olayın nasıl olduğu anlaşılma çalışılır, deneyi değişkenlerin kontrolü olarak nitelendiriyorum...” Ö4*

Sorunun ikinci kısmında kontrol grubu öğrencilerine bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Bilimsel bir iddiayı ispatlamak için ne kadar kanıt ya da deney gerektiğini açıklamaları istenmiştir. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.91’de gösterilmiştir.

Tablo 4.91. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlem yaparak	24	%83
Bulgular kullanarak, araştırarak	3	%10
Kanıt ve verilerle	2	%3

Uygulama sonrasında, kontrol grubu öğrencilerinin çoğu (n=24, %83) bilimsel bir iddiayı kanıtlamak için başta deney ile birlikte gözlem ve araştırmaya gerek olduğunu savunmuştur. Öğrenciler yapılan deney sayısının önemli olduğunu ve bir bilginin kanıtlanması için mutlaka deneye ihtiyaç olduğunu ifade etmişlerdir. Son test sonuçlarında bir iddianın ispatı için deneyin gerekli olduğunu düşünen kontrol grubu öğrencilerinden üçünün cevabından alıntılar aşağıda verilmektedir:

*“Bir teori ya da hipotez yapılan **deneylerle ispatlanmaya çalışılabilir.** Bilimsel bir iddia **doğru ve inandırıcı kanıtlarla ispatlanabilir.** Bu kanıtlara ulaşmak için **çokça deney yapmak** gerekir. Bilim insanları o konu hakkında görüşüp fikir birliği yaparlarsa o teori kabul görülebilir” Ö4*

*“Bir teoriyi veya hipotezi kanıtlamak için **deney, gözlem yaparım.** En **sağlıklı ve gerçeğe yakın yöntem budur.** Mantığını kavrayana kadar deney yapılabilir.” Ö15*

*“Bir teoriyi ya da hipotezi ispatlamak için öncelikle **gerekli bulgular, deneyler ve verileri bir arada toplarım.** Ardından bu teori veya hipotezi kime (ya da hangi kitleye) açıklayacaksam ona göre bir **ispat yöntemi bulurum.** O ispat edilecek grubun anlayabileceği kadar veri kullanırım.”* Ö27

Kontrol grubundan dört öğrenci ise araştırma, kanıt ve bulgularla bilimsel bir iddianın kanıtlanabileceğini savunmuştur. Bir öğrenci ise araştırmanın alanına göre kullanılan deney ve kanıtların değişebileceğini belirtmiştir.

*“Bir teoriyi ya da hipotezi ispatlamak için öncelikle **sağlam kanıtlar, veriler bulmalıyım.** Daha sonra o teoriye ters düşecek hipotezleri çürütmek için kanıtlar veriler bulmalıyım böylece teorim herkesin gözünde mantıklı bir şekilde kabul olduğu için ispatlanmış olur.”* Ö16

*“Doğal bulgularla ilişkili olduğu farklı **konuları araştırarak ispatlarım.** Deney ve kanıtlar yapılan araştırmanın alanına göre **değişir.**”* Ö9

VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü soruda bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Kontrol grubunda uygulama sonrası uygulama öncesinde olduğu gibi öğrencilerin çoğu (n=28, %97), bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu ifade etmiştir. Deneylerin gerekli olduğunu düşünen öğrenciler görüşlerini desteklemek için bir fikrin kanıtlanması (%48) için ya da bir fikri geliştirmek (%31) ve yeni bilgiler keşfetmek (%24) için deney kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. İki öğrenci (%7) ise deneyler aracılığı ile bir bilginin çürütülebileceğini belirtmiştir. Ayrıca öğrencilerin görüşlerini desteklemek adına kimya dersi ile ilgili deneylerden örnek verdikleri görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“Bilimsel **bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir.** Çünkü bir bilginin kanıtlanması için deney gereklidir. Deney olmazsa o **hipotezin doğru olup olmadığı anlaşılamaz.**”* Ö7

*“Evet, gereklidir. Bilimsel bilginin üzerine **deneylerle yeni bilgiler ekleyebiliriz**”* Ö5

*“Evet. Çünkü **deney yapılmadan hiçbir sonuca varamayız.** Öne sürülen hipotezi deneyerek doğru olana ulaşırız. Bu yüzden bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir.”* Ö8

“Evet, tabii ki bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Daha önceden inanılan bir bilginin başka deneylerle çürütülmesi ya da deneyler sonucu bu bilgiye yeni şeyler katılması mümkündür. Sonuçta hiçbir bilimsel bilginin %100 doğru olduğunu söyleyemeyiz” Ö 11

Kontrol grubundan bir kişi (n=1, %3) bu öğrenci ön testte olduğu gibi bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olmadığını ifade etmiştir. Öğrenci son testteki açıklamasında farklı kişilerin farklı bakış açılarıyla farklı sonuçlara ulaşabileceğini ifade etmiştir.

“Hayır. Çünkü farklı kişilerin farklı bakış açılarıyla değişik sonuçlar içerebilir. Örnek olarak Edison ve Nicola Tesla iki farklı ampul bulmuştur.” Ö29

Deney 1 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası deney tanımına ilişkin verdikleri cevapların frekansları ve yüzde değerleri tablo 4.92’de verilmiştir.

Tablo 4.92. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	25	%86
Hem değişkenlerin kontrolü hem de genel prosedürlerdir	1	%3
Bilgiye ulaşma biçimidir	2	%7
Teoriyi, fikri kanıtlamak/ ispatlamak/çürütmek için yapılır	14	%48
Denemeye dayalı gözlemlerdir	1	%3

Deney 1 öğrencilerinin %86’sı deneyi değişkenlerin kontrolü olarak mı yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendiriyorsunuz sorusuna deneyi değişkenlerin kontrolü olarak ifade etmiştir. 1 (%3) öğrenci bu iki tanımında deneyi açıkladığını ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir.

“... Deney değişkenlerin kontrolüdür. Değişkenlere bağlı olarak deneyin sonucu da değişir.” Ö30

“Deney her ikisi içinde kullanılır. Birinde gözlem yapılır, diğerinde sonuca gidilir.” Ö58

14 öğrenci (%48), deneyin teoriyi ya da bir fikri kanıtlamak, doğruluğunu ispatlamak, çürütmek için yapılan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 1 grubu öğrencilerinden bir alıntı yer almaktadır.

“...Çünkü öngörülen **bilginin doğruluğunun kanıtlanması lazım** ve her zaman bir bilgi doğru olmuyor, bu da deneylerle ortaya çıkıyor.” Ö33

İki öğrenci deneyi bilgiye ulaşma biçimi olarak tanımlamıştır. Bir öğrenci ise denemeye dayalı gözlemler olarak ifade etmiştir. Aşağıda öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır.

“Deney bence **bilgiye ulaşma biçimidir**. Bir olayı ve reaksiyonları gözle görebilir veya anlamamızı kolaylaştırabilir...” Ö35

“Deney ortaya konulan **düşüncenin bilimsel olarak yürürlüğe girmesini sağlayan denemeye dayalı gözlemlerdir**...” Ö37

Sorunun ikinci kısmında deney 1 grubu öğrencilerine bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Bilimsel bir iddiayı ispatlamak için ne kadar kanıt ya da deney gerektiğini açıklamaları istenmiştir. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.93’de gösterilmiştir.

Tablo 4.93. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney, gözlem ve araştırma yaparak	24	%83
Uzun çalışmalar, farklı bilim insanlarının görüşü	2	%7
Kanıt ve verilerle	5	%17

Uygulama sonrasında, deney 1 grubu öğrencilerinin çoğu (n=24, %83) bilimsel bir iddiayı kanıtlamak için başta deney ile birlikte gözlem ve araştırmaya gerek olduğunu savunmuştur. Öğrenciler açıklamalarında birçok deney yapmaktan, farklı deneyler kullanmaktan, bazı durumlarda deney kullanmanın mümkün olmadığından bahsetmiştir. Uygulama sonrasında, bir iddianın ispatı için araştırma, gözlem ve deneyin gerekli olduğunu düşünen deney 1 grubu öğrencilerinden üçünün cevabından alıntılar aşağıda verilmektedir:

“Bir teoriyi veya hipotezi kanıtlamanın yolu **deneyler veya kanıt** sunmaktır. Bence **doğruluğunu kanıtlayacak kadar deney kullanılabilir**. Doğruluğu bir deneyle de bin deneyle de kanıtlanabilir.” Ö35

“Bir teoriyi veya hipotezi **ispatlamak için gözlem, araştırma ve deney yaparım**. Bu yollarla bilgi edinip kanıtlarım. Kısa bir sürede ispatlanabilecek bir şeyler

değildir. Bir bilgi buldum bunu bir deneyle ispatladım diye bir şey olmaz. Deneyi farklı farklı denemeliyiz...” Ö30

*“Deney ile ispatlarım. Belirli bir miktarı olamaz, doğruluğunu kanıtlayacak kadar olması yetebilir. **Bazı olayları deney ile açıklayamayız...**” Ö42*

Deney 1 grubundan 5 (%17) öğrenci ise kanıt ve verilerle bilimsel bir iddianın kanıtlanabileceğini savunmuştur.

*“Bir teoriyi ispatlamak için birçok kanıt ve deney gerekebileceği gibi o alanda daha önceden hiçbir teori bulunmadığı için **bir deney dahi o teorinin ispatlanmasına yol açabilir.**” Ö 44*

“Matematiksel veriler, deneyler, diğer kişilerin görüşlerini de öne sürerek hatta gerekirse düne başvurarak ispatlamaya çalışırdım...” Ö 57

Deney 1 grubundan 2 (%7) öğrenci ise bilimsel bir iddianın kanıtlanabilmesi için uzun çalışmalar gerektiği, farklı bilim insanlarının görüşlerine başvurulabileceğini ifade etmiştir.

*“Bir teoriyi ya da hipotezi ispatlamak kolay bir süreç değildir. **Uzun, dikkatli ve derin çalışmalar gerektirir.** Bilim dünyası bundan dolayı grup çalışmasına açılmalıdır. Yeterince kanıtlanırsa ispatlanabilir fakat bu da kalıcı olamayabilir.”*

Ö 32

VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü soruda bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Deney 1 grubunda uygulama sonrası deneylerin gerekli olmadığını düşünen öğrenci sayısında artış gözükmemektedir. Uygulama öncesi bütün öğrenciler deneylerin gerekli olduğunu savunurken uygulama sonrası bu düşünceye sahip öğrenci sayısı 22’ye inmiştir (%76), 6 öğrenci (%21), deneylerin gerekli olmadığını savunmuş, deneyi uygulayamayacağımız durumların olabileceğini belirtmiştir. Bir öğrenci (%3) ise deneylerin önemini vurgulamış, denemeden öğrenilemeyeceğini ifade etmiştir. Deneylerin gerekli olduğunu düşünen öğrenciler görüşlerini desteklemek için bir fikrin geliştirilmesine ve değiştirmesine yardımcı olduğu için (%38), bir düşüncenin doğruluğunu kanıtlamak için (%31) ya da daha iyi anlamak için (%10) deney kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Deneylerin gerekli olmadığını düşünen öğrencilerden ikisi (%7) gözlem de yapılabileceğini deneylerin bazı durumlarda gerekli olduğunu, dört öğrenci (%14) ise gözlem, düşünce ve yaratıcılık

kullanarak da bilimsel bilginin gelişebileceğini ifade etmiştir. Deney1 grubunda deneylerin gerekliliğini düşünen öğrencilerden birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“...Deney yapmazsak doğruluğundan emin olamayız. **Bilgiyi geliştirmek için başka deneyler yaparak, deneyde birkaç değişiklik yaparak sonucu nasıl etkilediğine bakmalıyız. Bir bilgi ispatlanmış olsa bile başka deneyler yaparak geliştirebiliriz...**” Ö30*

*“Bilimsel bilginin gelişmesi için **deneyler gereklidir. Çünkü deneyler düşüncemizin doğru olup olmadığını kanıtlayabilir. Eğer yanlışsa tekrara deney yaparak hatalar düzeltilmiş olur ya da daha ileriye götürebiliriz. Böylece bilimsel bilgi gelişir...**” Ö41*

*“Evet, çünkü **deneylerle daha rahat anlaşılır ve daha rahat kanıtlanır.**” Ö36*

Deney 1 grubundan deneyin gerekli olmadığını düşünen altı (%21) öğrenci gözlemlerin de bilginin gelişmesine yardım edeceğini, yaratıcılığın ve düşüncenin de destek olacağını, bazı durumlarda deneyin gerekli olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

*“...tabi ki **gözlemlerde yapabiliriz** ama deneyinde önemli bir kanıtlayıcı olduğunu unutmamak lazım.” Ö39*

*“**Hayır, gerekli değildir. Etrafımıza baktığımızda her bilim insanının deney yaparak bir şeyler bulduğunu söylemek çok yanlış olur. Mesela bazı bilim adamları sadece düşüncelerine dayanarak ve güvenerek bazı iddialar ortaya atıp savunmuşlardır...**” Ö47*

*“Bence, **gerekli değildir çünkü matematiksel ispat ve gözlem ile de gelişebilir fakat deneyle kanıtlanmak zorunda olunan bilimsel bilgiler de var.**” Ö49*

Deney 2 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası deney tanımına ilişkin verdikleri cevapların frekansları ve yüzde değerleri tablo 4.94’te verilmiştir.

Tablo 4.94. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Deney Tanımına İlişkin Verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Değişkenlerin kontrolüdür	24	%83
Hem değişkenlerin kontrolü hem de genel prosedürlerdir	5	%17
Bir düşüncenin, teori veya kanunun kanıtlanmasını sağlar	6	%21
Bir konu ile ilgili bilgi toplarız, bir düşüncüyü açıklarız	9	%31

Deney 2 grubu öğrencilerinin %83'ü deneyi değişkenlerin kontrolü olarak, beş öğrenci (%17) ise deneyi hem değişkenlerin kontrolü hem de genel prosedürler olarak tanımlamıştır. Aşağıda bu cevapları vermiş öğrencilerden alıntılara yer verilmiştir.

“Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak görüyorum, çünkü farklı ortamlarda deneyler farklı sonuçlar verebilir.” Ö67

“Deney bir düşünceyi, fikri açıklamak için kullanılan bilimsel bir yöntemdir. Bence genel prosedürler ve değişkenlerin kontrolü her ikisi de önemlidir. İkisinin birleşimi doğru sonuca ulaştırır.” Ö64

6 öğrenci (%21) deneyin bir düşüncenin, teori veya kanunun kanıtlanmasını sağlayan çalışmalar olduğunu ifade etmiştir. Aşağıda deney 2 grubu öğrencilerinden bir alıntı yer almaktadır.

“Deney bir kanunu veya teoriyi kanıtlamak amacıyla yapılan iştir. İkisinin de önemli olduğunu düşünüyorum. Hem kontrollü olmalıdır hem genel prosedürlere uygun olmalıdır.” Ö66

Deney 2 grubundan 9 öğrenci (%31) bilgi toplama yöntemi, yeni şeyleri fark etme, bir düşünceyi açıklamak için yapılan çalışmalar olarak tanımlamıştır. Aşağıda bir öğrencinin cevabı yer almaktadır.

“Deney değişkenlerin kontrolüdür. Deneylerde kullandığımız materyaller ve üzerinde deney yaptığımız konu hakkında yapılan deneyden elde edilen sonuçlarla birçok yeni bilgi ve verilere ulaşılabilir.” Ö71

Sorunun ikinci kısmında deney 2 grubu öğrencilerine bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız diye sorulmuştur. Bilimsel bir iddiayı ispatlamak için ne kadar kanıt ya da deney gerektiğini açıklamaları istenmiştir. Sorunun bu bölümüne ait frekans ve yüzde değerleri Tablo 4.95’de gösterilmiştir.

Tablo 4.95. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız sorusuna verdikleri Cevaplara Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney, gözlem ve kanıtlarla	22	%76
Araştırarak ve farklı çözümler arayarak	4	%14
Her şey deneyle kanıtlanamaz	3	%10

Uygulama sonrasında, deney 2 grubu öğrencilerinin %76'sı bilimsel bir iddiayı kanıtlamak için başta deney olmak üzere gözlem ve kanıtlara gerek olduğunu savunmuştur. Öğrenciler açıklamalarında deney sonuçlarının zamanla değişebileceğini, bilimde kesin kanıt diye bir kavram olmadığını ifade etmiştir. Öğrenciler genel olarak birden fazla kanıtı ihtiyaç duyulabileceğini belirtmiştir. Uygulama sonrasında, bir iddianın ispatı için deney, gözlem ve kanıtın gerekli olduğunu düşünen deney 2 grubu öğrencilerinden üçünün cevabından alıntılar aşağıda verilmektedir:

*“Aslında hiçbir teori ya da hipotez kesin olarak kanıtlanamaz. Çünkü bilimde ‘kesin’ diye bir kavram yoktur. Ama bir bilimsel iddiayı **kanıtlamak için deney yapmak ve o hipotezi kontrol etmek gerekir.**” Ö73*

*“Bir teoriyi ya da hipotezi **ispatlamak için deneyler yaparım.** Kanıtlar sunarım. Bunların sonuçlarını tartışıp bu teoriyi destekleyici veriler elde ederim. Bu veriler ile beraber hipotezimi ispatlarım. Ancak bilimsel teori veya hipotezler zamanla değişime uğrayabilir.” Ö87*

*“Bir teoriyi ya da hipotezi **deney ve gözlemlerle, çeşitli kanıtlar ortaya koyarak ispatlarım.** Bilimsel bir iddiayı ispatlamak için birkaç tane kanıt ya da deney gereklidir.” Ö75*

Deney 2 grubundan dört öğrenci (%14) ise araştırarak ve farklı çözümler arayarak, bilgi toplayarak bilimsel bir iddianın kanıtlanabileceğini ifade etmiştir.

*“Konuyla **ilgili kaynaklardan bilgi toplarım.** Bu bilgilerin teorimi desteklemesine dikkat ederim. Bu iddiamı ispatlamak için bulabildiğim kadar bilgi bulmaya çalışırım. Bu bilgilerin teorimi desteklemesine dikkat ederdim.” Ö68*

*“Bir teoriyi ya da hipotezi **araştırarak, farklı yollardan çözüm arayarak ispatlamaya çalışırım.**” Ö60*

Bu gruptan üç öğrenci bir iddiayı ispatlamak için mutlaka deneye ihtiyaç olmadığına açıklamalarında yer vermişlerdir. Bu açıklamalardan bir alıntı aşağıdadır:

*“Bir teoriyi ya da hipotezi kanıtlar göstererek deneyler yaparak ispatlarım. **Ancak bilimde her şey deneye kanıtlanabilir veya gözlemleriz diye bir şey yoktur.** Örneğin, **atom gözle görülemez ama çeşitli yollarla onu kanıtlarız.** Bence bilimsel bir iddiayı ispatlamak için birden fazla kanıt ve deney gereklidir. Fakat buna kesin bir sayı veya miktar veremeyiz. Örneğin Milikan yağ damlacıkları deneyini defalarca tekrarladıktan sonra ortak bir sonuç elde ediyor.” Ö68*

Ölçekte yer alan üçüncü soruda bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı sorulmuştur. Uygulama öncesi deney 2 grubu öğrencilerinin tümü (%100) bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu belirtmiştir. Uygulama sonrası buna katılmayan öğrenciler (%38) farklı yöntemlerin de kullanılabileceğini, her zaman yapılmasının gerekli olmadığını ya da yapılamayacağını ifade etmişlerdir. Uygulama sonrası bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olduğunu düşünen 17 öğrenci (%59) bir bilginin gelişmesi ve ilerlemesi için, sonuca ulaşmak için, kanıt bulmak ve somut veriler sağladığı için deney kullanılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bir öğrenci (%3) ise bilimsel bilgi değişebileceği için sık sık deneylere başvurulabileceğini ifade etmiştir. Deney 2 grubunda deneylerin gerekliliğini düşünen öğrencilerden birkaçının konuyla ilgili düşünceleri, aşağıdaki alıntılarda aktarılmıştır:

*“Evet, çünkü insan **deney yapı yapı doğruyu yanlış ayırt eder**. Bu da sonuca ulaşmayı daha sağlıklı kılar. Mesela Edison ampulü icat etmek için binlerce kez deney yapmıştır...”* Ö86

*“Bilimsel bir bilginin gelişmesi için bence **deneyler gereklidir**. Örneğin önceden atom modeli olarak üzümlü kek modeli yani Thomson’un modeli kabul ediliyordu fakat Rutherford deney yaparak deneyi ile Thomson modelini çürüttü, yani bilimsel bilginin gelişmesini sağladı.”* Ö60

“Evet, deney olmadan bir şeyi kanıtlamamız için gerekenleri bize her zaman gözlem vermez. Örneğin Lavoisier kütlenin korunumu kanununu bulurken deney ve gözlemi bir arada kullanmıştır.” Ö69

Deney 2 grubundan deneyin gerekli olmadığını düşünen on bir (%38) öğrenci deneylerin her zaman yapılmasının gerekli olmadığını, gözlem de kullanılabileceğini hatta bazı durumlarda deney kullanılmasının mümkün olmadığını açıklamalarında ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

*“Bazı durumlarda gerekebilir. Ama **her zaman yapılması gerekli olmayabilir**. Örneğin Michelson-Morley deneyinde esiri ispatlayabilmek için deney yapmışlardır. Fakat **yerçekiminin keşfi sadece bir tesadüftür ve gözleme dayanır**. Yani sadece gözlem yaparak bile bir sonuca varılabilir. Bu durum bilimsel bilgiye göre değişir.”* Ö63

*“Evet deneylerle bilimsel bilginin gelişmesi sağlanabilir. Yapılan deneyler bize yeni bilgiler verebilir veya yanlış bilgiyi düzeltebilir. **Bazı durumlarda örneğin***

atomlarda gözle görülemez ve deneye, mikroskopla incelemeye ihtiyaç duyarız.

Düşünceyi geliştirmek için deneyler kullanılabilir ama tek yol da deney değildir.

Bazı konularda deney yapılamayabilir. Örneğin dinazorların yok olması, bu konuda verileri değerlendirip yorum yapılabilir.” Ö70

“Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir çünkü deneyler sadece bir şeyi kanıtlamak için değil bilgi elde etmek için de yapılır. Örneğin bir konuyla alakalı rasgele bir deney yapıp deneme yanılma yöntemi ile bilimsel bilgi elde edebiliriz.

Ama tabii ki bilimsel bilginin gelişmesi içinde illa deneyle kanıtlamaya gerek yoktur. Deney kullanmadan da bir bilimsel bilginin doğruluğu kanıtlanabilir.

Örneğin dünyanın yuvarlak olduğunu deneyle kanıtlamaya gerek yoktur. Uydudan çekilen fotoğraflarla da dünyanın yuvarlak olduğunu kanıtlayabiliriz.” Ö78

Kontrol grubu öğrencilerine öğrenci merkezli (yapılandırmacı yaklaşımla) öğretim yapıldığı daha önce belirtilmiştir. Bu grupta son testte ilk testte olduğu gibi bilimde deneylerin yeri boyutunda bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmamaktadır. Değişken görüşe sahip öğrenci sayısının %3'ten %17'ye çıktığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin yaptıkları deney tanımları ve deneylerin gerekli olup olmadığına dair uygulama sonrası bulguları Tablo 4.96'da yer almaktadır.

Tablo 4.96. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Kontrol Grubu Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Bir teori ya da hipotez yapılan deneylerle ispatlanmaya çalışılabilir. Bilimsel bir iddia doğru ve inandırıcı kanıtlarla ispatlanabilir. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Deney bir bilginin doğruluğunu bulmak ve kanıtlamak amacıyla yapılır...” Ö 4</i>
Değişken	5	%17	<i>“Deney değişkenlerin kontrolüdür. Deney yapılırken değişkenlerden yararlanılarak aradaki farklar bulunmaya çalışılır...” Ö 3</i>
Bilgili	-		

Uygulama öncesi Deney 1 Grubu öğrencilerinin %97'si zayıf görüşe sahipken uygulama sonrası bu sayı %58'e düşmüştür. Değişken görüşe sahip öğrenci sayısı %3'ten %21'e çıkmış, uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken uygulama sonrası bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı %21'e ulaşmıştır. Deney 1 grubu

öğrencilerinin yaptıkları deney tanımları ve deneylerin gerekli olup olmadığına dair uygulama sonrası bulguları Tablo 4.97’de yer almaktadır.

Tablo 4.97. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	17	%58	<i>“Deney bilim insanlarının teorilerini kanıtlamak amacıyla deneme yanılma yoluyla yapılmış etkinlik olarak tanımlıyorum. Kesinlikle deney olmasa bilimsel bilgi olmazdı, hipotez ve teori olarak kalırdı...” Ö44</i>
Değişken	6	%21	<i>“Bir görüşü test etmek veya kanıtlamak amaçlı yapılan iştir. Bence değişkenlerin kontrolüdür. Ayrıca bu yapılan deneyler sadece bir teoriyi kanıtlama amaçlı değildir. Deneyleri yaparken farklı sonuçlara ulaşabiliriz...” Ö34</i>
Bilgili	6	%21	<i>“Deney bir düşünceyi ya da teoriyi ispatlamak için yapılan bilimsel yöntemdir. Hayır, gerekli değildir. Etrafımıza baktığımızda her bilim insanının deney yaparak bir şeyler bulduğunu söylemek çok yanlış olur...” Ö47</i>

Uygulama öncesi Deney 2 Grubu öğrencileri de Deney 1 grubu öğrencileri gibi %97 oranında zayıf görüşe sahipken uygulama sonrası bu sayı %34’e düşmüştür. Değişken görüşe sahip öğrenci sayısı %3’ten %21’e çıkmış, uygulama öncesi bu grupta da bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken uygulama sonrası bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı %34’e ulaşmıştır. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin yaptıkları deney tanımları ve deneylerin gerekli olup olmadığına dair uygulama sonrası bulguları Tablo 4.98’de yer almaktadır.

Tablo 4.98. Bilimde Deneylerin Yeri Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	10	%34	<i>“Deney değişkenlerin kontrolüdür. Her konuda farklı şekillerde deneyler yapılabilir. Mutlaka her deneyde kalıplaşmış genel prosedürler kullanılmaz. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gereklidir. Çünkü kanıtlanmamış teori kolayca çürütülebilir” Ö62</i>
Değişken	6	%21	<i>“Deneyler hem kontrollü olmalıdır hem genel prosedürlere uygun olmalıdır. Deneylerin sonucu bize kanıt sağlar, insanlara yardımcı olur ve bilimim gelişmesine yardım eder.” Ö66</i>
Bilgili	13	%45	<i>“Ben deneyi değişkenlerin kontrolü olarak değerlendiriyorum. Çünkü deneyler sayesinde bir sonuca varabiliyoruz. Deneyler ile tezimizi güçlendirebilir ya da çürütebiliriz. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler kesinlikle gereklidir diyemeyiz” Ö61</i>

4.3.2. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan dördüncü soruda, öğrencilere bilimsel teorinin tanımı sorulmuştur. Kontrol grubu, deney 1 grubu ve deney 2 grubu öğrencilerin bu soruya ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.99, Tablo 4.100 ve Tablo 4.101’de sunulmaktadır.

Tablo 4.99. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneyler ve araştırmalarla ispatlamış fikirler	6	%21
Bilimsel bir olayın açıklamak için öne sürülen düşünce	7	%24
Kesinliği olmayan, kanıtlanmamış bilgi, hipotez	16	%55

Kontrol grubu öğrencilerinin ön test ve son test sonrası teori tanımlarına ait öğrenci yüzdeleri değişse de aynı kategorilerden oluşmaktadır. Bu gruptaki öğrencilerin %21’i teorilerin deneyler ve araştırmalarla ispatlanmış fikirler olduğunu düşünürken yine aynı sayıda öğrenci (%21) teorilerin bilimsel bir olayı açıklamak için öne sürülen düşünceler olarak ifade etmiştir. Her iki görüşten öğrencilerin alıntılarına aşağıda yer verilmiştir:

“Bilimsel bir bilginin doğruluğunu ispatlamak için deneyler yapılır. Bu deneyler birçok kişi tarafından kabul görürse buna teori denir.” Ö16

“Bilimsel teori şimdiye kadar edindiğimiz bilimsel gerçekleri kullanarak olayları açıklamak için kurduğumuz senaryolardır, gerçekliğinden emin olunamaz, her an değişebilir.” Ö5

Yukarıda verilen örneklerde öğrenciler teoriyi deneylerle kanıtlanmış fikirler olarak tanımlarken kontrol grubu öğrencilerinden yarısından fazlası (%55) teoriyi kesinliği olmayan, kanıtlanmamış bilgi olarak tanımlamış, başka kanıtlarla çürütülebileceğini belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden alıntılar aşağıda yer almaktadır:

“Bilimsel teori değiştirebilir bir fikirdir. Bilim insanının merakı sonucu söylediği henüz kanıtlanmamış bilgidir.” Ö6

“Bilimsel teori ispatlanmayan ama doğruluğu kabul edilen görüşlerdir...” Ö3

Öğrenciler teorisinin kanıtlanmış ya da kanıtlanmamış bilgi veya bilimsel açıklamalar olduğunu düşünseler de 8 öğrenci açıklamalarına teorilerin değişebileceğini ifadesini eklemişlerdir. Aşağıda bu görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir:

“Bilimsel teori; şimdiye kadar edindiğimiz bilimsel gerçekleri kullanarak olayları açıklamak için kurduğumuz senaryolardır. Gerçekliğinden emin olunmaz, her an değişebilir.” Ö5

Deney 1 grubunun teori tanımını ile ilgili ilişkin uygulama öncesi cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.100’de açıklanmıştır.

Tablo 4.100. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneylerle, modellerle ve gözlemlerle kanıtlanmış ya da kanıtlarla desteklenen bilgi	16	%55
Bilim insanının düşünceleridir/fikirleridir	3	%10
Kanunların açıklanmasıdır	4	%14
İspatlanmamış bilgilerdir	6	%21

Bilimin doğası bileşenlerini ve bilim tarihini kullanarak öğretim yapıldıktan sonra teori ve kanunun tanımını ve ilişkisi ile ilgili öğrenci yanıtlarında değişiklikler gözlenmektedir. Uygulama öncesi Deney 1 öğrencilerinin %35’i teoriyi tanımlarken deneylerle çürütülebilmek veya doğruluğun ispatlanması kelimelerini kullanırken, uygulama sonrası öğrencilerin %55’i teoriyi deneylerle, modellerle ve gözlemlerle kanıtlanmış ya da kanıtlarla desteklenen bilgi olarak tanımlanmıştır. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinden bazı alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Çeşitli deneyler sonucu kanıtlanmış doğruluğu günümüzde kabul gören bir konu hakkında düşüncelerdir.” Ö31

“Bilimsel teori herhangi bir düşünce hakkında bilim adamı tarafından yapılan kanıtlarla kabul edilmiş ve itibar kazanmış bir altyapı taşıdır. Bilimsel teoriler ilk başta bir hipotezdir ve bilim adamı bunun üstüne çalışmalar yaparak bunu bir teori olarak kabul ettirir...” Ö39

*“Bilimsel teori bir konu hakkında **tezimizi deneylerle, gözlemlerle, modellerle desteklememiz sonucu tartışılması, yorumlanmasıdır. Zamanla değişebilir, kesin değildir.**” Ö50*

Bu gruptan 6 öğrenci (%21) teorinin ispatlanmamış bilimsel bilgiler olduğunu düşünmektedir. Bu görüşe sahip deney 1 grubu öğrencilerinden yanıtlarından alıntılar aşağıdadır:

“Henüz ispatlanmamış, bilimsel bilgidir. Belli bir düşünce üzerine oturtulmuş, belli olgularla desteklenmiş ama yeterince kanıt olmadığı veya doğrulanıp yanlışlanmayan bir bilgidir.” Ö35

“Bilimsel teori bence henüz kesin olarak ispatlanmamış olan düşüncelerdir.” Ö43

Bu grupta uygulamadan önce 7 öğrenci (%24) teoriyi bilim insanlarına ait düşünceler ve fikirler olarak ifade ederken uygulamadan sonra bu şekilde düşünen öğrencilerin sayısı 3'e (%10) düşmüştür. Aşağıda bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinden alıntılara yer verilmiştir:

*“Bilim insanın bir konu hakkında ya da savunduğu bir konu **hakkında ortaya attığı fikirdir.**” Ö46*

*“Bir bilim insanının bir konu hakkında **ortaya attığı düşüncelerine teori denir.**” Ö33*

Deney 1 grubunda uygulamadan sonra 4 öğrenci (%14) teoriyi kanunları açıklayan düşünceler, kavramlar olarak tanımlamıştır. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Kanunlar bir olayı tanımlar, gözlemlerdir, **teori de gözlemlerin nasıl gerçekleştiğini açıklamaya çalışır.**” Ö41*

*“Bilimsel teori **kanunlardan sonuç çıkarmaktır.**” Ö36*

*“Bilimsel teori, doğada yapılan gözlemlerin ışığında varılan kanunların pek çok **deney ve gözlem sonucunda** sağlamlaşması sonucu oluşan veya varılan düşünceye denir.” Ö37*

*“Doğadaki olayları kanunlarla açıklarız ve bu kanunlardan açıkladığımız olaylardan çıkarttığımız **sonuçlar da bilimsel teori olarak adlandırılır.**” Ö57*

Deney 2 grubunun teori tanımı ile ilgili ilişkin uygulama sonrası cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.101’de açıklanmıştır.

Tablo 4.101. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Teori Tanımına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney, gözlem, araştırmalar ve kanıtlarla ortaya konan düşünce	20	%69
Doğada var olan olayların incelenmesi sonucu varılan çıkarımlar, kanunlardan yola çıkılır	9	%31

Ön test sonrası 18 öğrenci (%62) teorilerin doğruluğu ispatlanmamış bilimsel açıklamalar, düşünceler olarak tanımlamışlardır. Uygulama sonrası 13 (%45) öğrenci teorinin deney, gözlem ve araştırmalarla ortaya konan düşünceler olduğu fakat henüz kanıtlanmadıklarını ifade etmiştir. Yine ön testten önce deney 2 grubundan 8 öğrenci (%28) teoriyi deneylerle ispatlanmış bilimsel düşünceler olarak tanımlarken uygulama sonrası 7 (%24) öğrenci teorilerin bilimsel geçerliği olan bilgiler olduğunu, bilimsel bilginin değişebilir doğası çerçevesinde değişebilir olduklarını ifade etmiştir. Bu görüşlere sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinden alıntılara sırasıyla aşağıda yer verilmiştir:

“Bilimsel teori henüz kanıtlanmamış ama yapılan deneylere, gözlemlere, araştırmalara göre doğruluk payı yüksek bilimsel görüşler ve önerilerdir” Ö60

“Bilimsel teori varlığı ya da doğruluğu henüz kanıtlanmamış yargılara denir. Her teorinin doğru olma ya da yanlış olma ihtimali vardır.” Ö82

“Bilimsel yollarla ortaya konulmuş ve çürütülemeyen bir hipoteze bilimsel teori denir. Kesinliği ve geliştirilmezliği yoktur. Deney, gözlem gibi bilimsel yollarla çıkarımda bulunulması gerekir. Bilimsel hipotezlerin daha çok kanıtlarla desteklenmesi ve bilimsel çevrelerin bazıları tarafından kabul görmesi bilimsel teoriyi oluşturur.” Ö70

“Bir konu hakkında deneyler, araştırmalar sonucu çıkan yöntem veya fikrin bilim dünyası tarafından kullanılabilir olduğuna dair onay alması ile bilimsel teoriler oluşur.” Ö77

Bu grupta uygulama sonrası öğrencilerin bir kısmının kavranması zor bilimin doğası bileşenlerinden olan teori -kanun ilişkisini kavradığını görmekteyiz, deney 2 grubundan 9 öğrenci (%31) teorilerin doğada var olan olayların incelenmesi sonucu yapılan çıkarımlar, varsayımlar olduğunu ifade etmiştir. Teoriler oluşurken kanunlardan yola çıkıldığını ve geliştirildiğini ifadelerine eklemişlerdir. Aşağıda bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinin cevaplarından örnekler yer almaktadır:

“Bilimsel teori doğada var olan olaylardan yola çıkarak bir sonuca varmaktır. Etrafımızdaki doğa olaylarının incelenmesi, araştırılması sonucu bilim insanları çıkarımlarda bulunurlar ve teoriyi oluştururlar...” Ö61

“İspatlanan birçok bilimsel kanunun bir araya getirilip yeni bir formül, açıklama getirilmesi olayıdır. Örnek olarak gazların kinetik teorisini verebiliriz.” Ö69

“Bilimsel teori kanunlardan yola çıkarak geliştirilen düşüncelerdir. Bunlar deneyler ve gözlemler yapılarak kanıtlanabilir. Fakat bilgi her zaman değişebilir.” Ö63

VNOS-C ölçeğinde yer alan beşinci soruda, öğrencilerin bilimsel teori ve bilimsel kanun arasında bir fark olup olmadığına ilişkin görüşleri incelenmiştir. Ayrıca öğrencilere teori ve kanunları, statüleri ve bilimsel olarak önemleri düşünülerek sıralamaları istenmiştir. Bütün gruptaki öğrencilerin bu boyuta ilişkin uygulama sonrası cevaplarına ait sonuçlar Tablo 4.102, 4.103 ve 4.104’de sunulmaktadır.

Tablo 4.102. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kanunun kanıtlanmış bilgidir, teori bir durumu açıklar kanıtlanmamıştır.	26	%90
Teori ispatlanmış bilgidir	2	%7
Teoriler kanunları açıklar	1	%3

Ön test sonucunda olduğu gibi kontrol grubu öğrencilerinin çoğu (26 öğrenci, %90) kanunun kanıtlanmış bilgi olduğunu düşünürken, teorilerin bir olayı açıklamak için kullanıldığını ve kanıtlanmamış bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. İki öğrenci teorilerin ispatlanmış, kanıtlanmış bilgiler ifade ederken sadece bir öğrenci teorilerin kanunları açıklamak için kullanıldığını söylemiştir. Yukarıda tabloda yer alan görüşlere sahip olan kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında fark vardır. **Bilimsel teori kesin değildir, kanun kesindir. Bilimsel teori henüz kanıtlanmamış bir düşüncedir. Bilimsel kanun deneylere dayanan kanıtlanan bir hipotezdir.**” Ö7*

*“Teori **ispatlanmış ve doğru kabul edilen bilgidir.** Kanun ise o teorinin üzerinden yola çıkarak yeni bir bilgi elde etme çabasıdır...” Ö23*

*“Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında evet bir fark vardır. Fakat birbirleriyle şu şekilde bir bağa sahiptir: **Teoriler, kanunların açıklayıcısıdır.** Kanunlar, teorilerden yola çıkılarak üretilmiştir...” Ö27*

Son test cevaplarına bakıldığında kanunların teorilerden daha önemli olduğunu düşünen kontrol grubu öğrencilerinin sayısının 11 kişiden (%38) 19’ e çıktığı görülmektedir. Öğrenciler genel olarak teorilerin ispatlandığında kanuna dönüşeceği görüşü ile düşüncelerini desteklemiştir. İki öğrenci teorilerin neden daha önemli olduğunu açıklarken teorilerin gelişerek kanunları oluşturmalarını gerekçe olarak göstermişlerdir. Aşağıda bu iki zıt görüşe sahip olan kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bilimsel teori düşüncedir, bilimsel kanun ise teorinin kanıtlanmış kesin olarak görülen halidir. **Kanun teoriden daha önemlidir.**” Ö5*

*“...Ben **teoriyi kanundan üstün tutardım.** Çünkü kanun herkes tarafından kabul edilmiş olabilir ama teoriyi farklı görüşlerle değiştirmek daha kolaydır.” Ö29*

Üç öğrenci teori ve kanunların aynı öneme sahip olduklarını düşünürken, bir öğrenci farklı olduklarını ifade etmiştir.

*“Benzer olsalar bile bilimsel **teori ile bilimsel kanun arasında herhangi bir tamamlayıcı (örnek olarak teori ispatlanırsa kanuna dönüşür)** bir özellik yoktur. Teori ve kanun statüleri şu şekilde bir bağa sahiptir. **Teoriler kanunların açıklayıcısıdır...**” Ö27*

Tablo 4.103. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Teori kanıtlanmamıştır, değişebilir ve çürütülebilir/ Kanun kanıtlanmıştır.	14	%48
Bilimsel kanunlar doğayı gözlemleyerek ortaya çıkar, teoriler kanunların açıklamalarıdır.	12	%42
Teorilerden kanunlar oluşabilir	3	%10

Deney 1 grubu öğrencilerin teori ve kanunların statüleri üzerine görüşlerinde uygulama sonrası değişiklik görülmektedir. Uygulama öncesi 18 kişi (%62) teorilerin düşüncelerden oluştuğunu, kanunların kanıtlanmış bilgiler olduğunu ifade etmiştir. Uygulama sonrası ise 14 öğrenci kanunların kanıtlanmış, deneylerle ispatlanmış bilgiler olduğunu, teorilerin üzerinde çalışıldığını kanıtlanmamış olduğunu belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilimsel **kanun doğa olaylarıdır**. Kanıtlanmış doğru kabul edilmiştir. **Teoriler** yeterli delil olmadığı için **kanıtlanmış sayılmaz...**” Ö35*

*“Bilimsel teorinin henüz **doğruluğu ispatlanmamıştır**. Kanun ise artık o bilginin doğruluğundan emin olunmuştur ve kabul edilmiştir. Teorilerden yola çıkarak kanunlar elde edilir. Bir teoriden yararlanarak bir sürü sonuç çıkartıp bunları kanun haline getirebiliriz.” 54*

Ön test sonucunda olduğu gibi deney 1 grubundan 3 öğrenci (%10) teorilerin kanıtlandıkları zaman kanuna dönüşeceklerini belirtmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Bence fark vardır. **Teorilerden yola çıkarak kanunlar oluşabilir...**” 30*

*“Bilimsel teoriler ile bilimsel kanunlar arasındaki fark kesinliktir. **Bilimsel teoriler kanıtlandığı zaman kanun haline gelebilir...**” 43*

Uygulama sonrası 12 öğrenci (%42) bilimsel kanunların doğanın gözlemlenmesinden ortaya çıktığını, teorilerin kanunların açıklamaları olduğunu belirtmiştir. Bu açıklamalar deney 1 grubu öğrencilerinin yarısına yakınının bilimin doğası eksenli öğretim yapıldıktan sonra teori kanun ilişkisini kavradığını göstermektedir. Bu görüşe sahip olan deney 1 grubu öğrencilerinin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Bilimsel kanun doğayı gözlemleyerek çıkan düşüncelerdir. **Bilimsel teori ise kanunlardan sonuç çıkarmaktır...**” 36*

*“Teori bilim adamının herhangi bir konuda kanıtlarla desteklenmiş düşünceleri, açıklamalarıdır. **Kanun ise doğadaki olayları ele alır**. Örneğin yerçekimi kanunu herkes tarafından kabul edilmiş ve kanıtlanmıştır. Ama bilim geliştikçe doğanın sırları daha da açılacak ve kanunların da değişebileceği kanısındayım...” 39*

*“**Kanunlar bir olayı tanımlar, teoriler o olayı açıklar...**” 41*

Deney 1 grubu öğrencilerinden 11 öğrenci (%38) kanunların teorilerden daha önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler açıklamalarında kanunların değişmeyeceğini ispatlanmış bilgiler olduğunu belirirken, teorilerin kanıtlanmamış bilgileri olduğunu ortaya koymuştur. Bu grupta 5 öğrenci (%17) teorilerin kanunlardan daha önemli olduğunu ifade ederken açıklamalarında kanunların ispatlandığını, teoriler değişecekleri için bilimi daha ileri götürebileceklerini ifade etmiştir. 6 (%21) öğrenci ise teori ve kanun arasında sıralama yapılamayacağını belirtirken hipotezlerden teorilere veya kanunlara ulaşılabilceğini, birbirlerinden bağımsız açıklamalar olduğu için karşılaştırma yapılamayacağını ifade etmiştir. Aşağıda teori ile kanunu bilimsel önemlerine ve statülerine göre sıralamış deney 1 grubu öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“...Bence **teori kanundan üstündür**. Çünkü kanunlar doğa olayları hakkındadır. Teoriler yeterli bilgi olmadığı için kanıtlanmamış sayılır...” Ö35*

*“...**Teori kanundan daha önemlidir** çünkü kanunlar zaten doğrudur. Teoriler değişebildiği için bilim insanlarında sürekli yeniyi arama isteği uyandırır. Bu sayede bilim gelişir.” Ö69*

*“...**Teori ve kanunu sıralayamayız**, ikisini sıralamak doğru olmaz, **ikisi de kendi alanlarında önemlidir**.” Ö42*

*“...**Kanunla teori bir sıraya göre değildir**. Önceki deneylere, hipotezlere bakılarak onlardan yola çıkarak kanunlar oluşabilir.” Ö30*

Tablo 4.104. Deney 2 Grubu Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişkiye Dair Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Kanunun doğruluğu ispatlanmıştır / teori ispatlanmamıştır, kesin değildir, değişebilir	15	%52
Bilimsel teoriler bilimsel kanunlardan yola çıkarak oluşturulan çıkarımlardır	12	%41
Teorilerde kanunlarda zamanla değişir, kanunlar daha kesindir	2	%7

Son test sonuçlarına göre kanunun doğruluğu ispatlanmış, kesinlik içeren bilgiler olduğunu, teorilerin ise ispatlanmamış, kesin olmayan, değişebilir, bilim insanları tarafından ortaya konan fikirler olduğunu düşünen deney 2 grubu öğrencilerinin sayısı

19'dan (%66) 15'e (%52) düşmüştür. Bazı öğrenciler teorilerin herkes tarafından kabul edilmemesine örnek olarak evrim teorisini verirken, herkes tarafından kabul edilen kanuna örnek olarak yerçekimi kanunu vermektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“**Kanunlar değişmezler teoriler değişebilirler. Çünkü kanunlar deneylerle kanıtlanmış, kesin cevaplardır. Bütün olasılıklar denenmiştir ve herkesçe kabul görmüştür. Teori ise değişebilir çünkü herkes teorileri kabul etmez, zamanla olasılıklar değişebilir. Evrim teorisi herkes tarafından kabul görmemiş ve hala tartışılmaktadır. İnsanlar önünde kesin bir sonuç bulunmadığı için inanmakta güçlük çekmektedirler.**”* Ö65

*“**Tabii ki fark vardır. Teori ispatlanmış bir bilgi değildir** olası muhtemel bir olaydır. **Kanun ise kesinliği ispatlanmıştır.**”* Ö81

*“**Bilimsel teori bilim adamları tarafından ortaya atılmış fikirlerdir. Oysa kanunlar doğada olan bazı olayların bilimde kabul edilmesidir. Yerçekimi kanunu gibi.**”* Ö73

Deney 2 grubundaki 12 öğrenci (%41) teorilerin kanunlardan yola çıkarak oluşturulan çıkarımlar ya da kanunların açıklamaları olduğunu ifade etmiştir. Bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“**Teori ve kanun arasında fark vardır. Kanun doğada kendiliğinden gerçekleşen olaylardır. Bilimsel teori ise bu kanunlardan bilim insanlarının çıkarımda bulunarak bir sonuca varmasıdır. Örneğin gaz molekülleri arasında boşluk vardır ve gaz molekülleri gelişigüzel hareket ederler. Bilim insanları da bu olayları incelemiş ve ‘Gazların Kinetik Teorisini’ oluşturmuşlardır...**”* Ö61

*“**Bilimsel kanun doğa olaylarına neden olan belirli olgulardır. Teoriler ise belirli olan bu kanunlardan yola çıkılarak ortaya atılan düşüncelere denir...**”* Ö62

*“**Bilimsel kanun çevremizde olan gözlemleyebildiğimiz sorulara cevap verir. Bilimsel teori ise bu kanunlarda yola çıkarak bir soruya farklı yönlerden cevap verir. Gözlemleyemediğimiz ama var olduğunu düşündüğümüz şeyleri teorilerle açıklarız ...**”* Ö67

Deney 2 grubu öğrencilerinden ikisi (%7) teorilerin ve kanunların zamanla değişebileceğini ama yine de kanunlar daha kesinlik içeren açıklamalar olduğunu

düşündüklerini ifade etmiştir. Aşağıda bu görüşe sahip olan deney 2 grubu öğrencisinin cevabı yer almaktadır:

*“**Kanunlar kanıtlanmıştır** (Avogadro Kanunu). Bilim insanları tarafından kabul edilmiş ve çürütülememiştir. Fakat **evrim teorisi kanıtlanamamıştır**. **Kanunlar kanıtlanmıştır fakat kesin değildir. Değişebilir, gelişebilir veya çürütülebilir...**”*

Ö76

Deney 2 grubu öğrencilerinden 9'u (%31) kanunların teorilerden daha önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler açıklamalarında kanunların kesinlik içerdiğini ispatlanmış bilgiler olduklarını, teorilerin değişecekleri için güvenli olmadıklarını ortaya koymuştur. Bu grupta 3 öğrenci (%10) teorilerin kanunlardan daha önemli olduğunu ifade ederken açıklamalarında teorilerin kanunların açıklamaları ya da kanıtları olduğunu, teorilerin sebep sonuç ilişkisi kurmayı sağladıkları ifade etmiştir. 7 öğrenci (%24) ise teori ve kanun arasında sıralama yapılamayacağını, farklı açıklamalar olduklarını, aralarında bir hiyerarşi olmadığını belirtmiştir. Aşağıda teori ile kanunu bilimsel önemlerine ve statülerine göre sıralamış deney 2 grubu öğrencilerin cevaplarından alıntılar yer almaktadır:

*“...**Kanunlar bilimsel olarak daha önemlidir. Daha kesin bilgiler verir. Teori ise kanıtlanan fakat yeni bir teori ile çürütülebilen bilgilerdir.**”* Ö68

*“...Teori ve kanun statüleri bilimsel olarak önemli çünkü zaman ilerledikçe bu bilgiler sayesinde bilimde ileri gidebiliyoruz. **Teori olayları düşünerek sebep sonuç ilişkisi kurmamızı sağladığı için kanundan daha önce gelir.**”* Ö84

*“...Aralarındaki ilişki şöyledir; **Bazı kanunlardan yaralanıp teorileri geliştirebiliriz. Ama teoriler kanun olmaz, kanunlar doğa olayları ile ilgilidir. Bazen bir teori kanunun keşfedilmesine yardımcı olabilir ama aralarında bir hiyerarşi yoktur.**”* Ö70

*“...**Kanunla teorinin statüleri aynıdır ve birbirleri ile bağlantılı kavramlardır.**”*

Ö64

Tablo 4.105. Kontrol Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	28	%97	<i>“Bilimsel teori bir olay hakkında öne sürülen düşüncedir. Bilimsel kanun her olay için geçerli doğruluğu kanıtlanmış bilgilerdir. Teori sadece bir olay hakkında oluş amacını açıklamak için kullanılır. Teori bir olay hakkında ortaya atılır. Ve başka olaylar içinde doğruluğu kabul edilirse kanun olur.” Ö2</i>
Değişken	-	-	-
Bilgili	1	%3	<i>Bilimsel teori bir konu ile ilgili elde edilmiş deney sonuçlarının, açıklamalarının ve elde edilmiş verilerin ispatlanabilir halinin bütünüdür. Benzer olsalar bile bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında herhangi bir tamamlayıcı (örnek olarak teori ispatlanırsa kanuna dönüşür) bir özellik yoktur. Teori ve kanun statüleri şu şekilde bir bağa sahiptir. Teoriler kanunların açıklayıcısıdır...” Ö27</i>

Tablo 4.106. Deney 1 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	16	%55	<i>“Bir bilim insanının bir konu hakkında ortaya attığı düşüncelerine teori denir. Teori ve kanun arasında fark vardır. Teori daha kanıtlanmamıştır ama kanunu varlığı ve doğruluğu kanıtlanmış teori gibi düşünebiliriz. Bence kanun teoriden daha üstündür.” Ö33</i>
Değişken	6	%21	<i>“Doğada gözlemlenen olayların deneyler ve gözlemler sonucu desteklenmesi ile oluşan bilgilerdir. Teori ve kanun arasında bir fark vardır. Bilimsel teori bilimsel kanunların bir üst basamağıdır. Bilimsel teori, bilimsel kanunun deneylerle desteklenmiş biçimidir...” Ö53</i>
Bilgili	7	%24	<i>“Kanun doğadaki olayları en genel ve evrensel olarak açıklamaktır. Teori ise kanunlardan çıkarttığımız sonuçlar, bulgular ve verilerdir. Örneğin gaz kanunları ve kinetik teori; gaz kanunları doğadaki olayları açıklıyor. Kinetik teori ise bizim gaz kanunlarından çıkarttığımız sonuçlar. Ben sıralamayı pek düşünmezdim çünkü ikisinin alanı çok ayrı...” Ö57</i>

Tablo 4.107. Deney 2 Grubunun Bilimsel Teori ve Kanunlar Arasındaki İlişki Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	15	%52	“Bilimin herhangi bir dalıyla ilgili fikir sunmaktır. Bir insan bir şey bulmuştur ve bunu öne sürer, diğer bilim insanları bunun doğruluğuna bakar ve buna göre kabul edilir. Teori ve kanun arasında fark vardır. Teori ortaya atılan düşüncedir, değişebilir ama kanun kalıplaşmıştır ve değiştirilemez. Atom modeli değişebilir. Kanun teoriden daha önemlidir çünkü teoriler değişebileceği için güvenli değildir...” Ö74
Değişken	5	%17	“Bilimsel teori kanunlardan yola çıkılarak geliştirilen düşüncelerdir. Bunlar deneyler ve gözlemler yapılarak kanıtlanabilir. Fakat bilgi her zaman değişebilir. Yani zamanla gelişebilir veya değişebilir. Kanunlar teorilerden daha kesindir ama kanunlar da teoriler de zamanla değişip gelişebilir. Örneğin evrim teorisi. Gerçekliği ispatlanamadı. Bu yüzden teoriler değişebilir. Ama kanunlar örneğin yerçekimi kanunu yıllardır aynı ve hala değişmemiştir. Fakat zamanla değişebilir...” Ö63
Bilgili	9	%31	“Bilimsel teori doğada var olan olaylardan yola çıkarak bir sonuca varmaktır. Etrafımızdaki doğa olaylarının incelenmesi, araştırılması sonucu bilim insanları çıkarımlarda bulunurlar ve teoriyi oluştururlar. Teori ve kanun arasında fark vardır. Kanun doğada kendiliğinden gerçekleşen olaylardır. Bilimsel teori ise bu kanunlardan bilim insanlarının çıkarımda bulunarak bir sonuca varmasıdır. Örneğin gaz molekülleri arasında boşluk vardır ve gaz molekülleri gelişigüzel hareket ederler. Bilim insanları da bu olayları incelemiş ve ‘Gazların Kinetik Teorisini’ oluşturmuşlardır. Teori ve kanun bilim için çok önemlidir, ikisi de bilimin gelişmesini sağlar...” Ö63

4.3.3. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Teori ve Kanunların Değişebilir Doğasına İlişkin Görüşleri

Uygulama sonrası, bilimsel bilginin değişebilir doğası boyutuna dair öğrencilerin (kontrol, deney1, deney2 grupları) görüşleri, VNOS-C ölçeğinde yer alan beşinci ve altıncı sorulara verdikleri cevaplarla belirlenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin tamamına yakını (bir öğrenci hariç, %3) teorilerin değişebileceğini ifade etmişlerdir. Öğrenciler teorilerin değişme nedenlerini açıklamaları istendiğinde, teknolojinin ilerlemesini, deneyler ve gözlemler sonucu yeni bilgiler bulunmasını (%48), teorilerin kanıtlanmayan yargılar, düşünceler olduğunu, yeni bir teori eski teoriyi çürüttüğünde teorilerin değişebileceğini (%46), farklı bilim insanları farklı görüşler öne sürdüğünde teorilerin değişebileceğini (%3) gerekçe olarak öne sürmüşlerdir. Bir öğrenci (%3) ise bir teorinin geliştikten sonra değişmeyeceğini söylemiştir. Teorilerin değişme nedenini teknolojiye meydana gelen ilerlemeler, gelişmeler ve yeni bulgular olarak ortaya koyan öğrencilerin açıklamaları ile ilgili örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Evet, **değişebilir**. Hiçbir konuda kimse yüzde yüz emin olamaz. **Teknolojinin ilerlemesi ve yeni aygıtlar sayesinde** deneyler ve araştırmalar daha detaylı biçimde incelenmiştir. Böylelikle değişiklikler olmuştur...”* Ö1

*“Bilimsel teoriler değişebilir çünkü önceden yapılmış deneyler sonucu doğruluğu ispatlanmış bilgiler **günümüzün teknolojik ortamında yapılırsa değişebilir**...”* Ö2

*“**Farklı bulgular, düşünceler** ortaya çıktıkça teoriler değişebilir...”* Ö9

*“Teoriler değişebilirler, çünkü başka bir bilim insanının **başka bir gözlemi bu konudaki fikirlerin değişmesine sebep olabilir**...”* Ö21

Kontrol grubundaki öğrencilerin %45’i teorilerin değişmesini teorilerin kanıtlanmamış, kesinliği olmayan, sadece bilim insanları tarafından ortaya atılmış düşünceler olması ile ilişkilendirmiştir. Birkaç öğrenci kanunlara dönüşmeyen teorilerin değişebileceğini söylemiştir. Teorilerin ispatlanmamış fikirler olduğunu ifade eden öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“Değişebilir. Çünkü teorilerin hala **kesin olduğu kanıtlanamamıştır**. Hala teori olup tartışılan konular vardır. Henüz kanunlaşmayan teoriler değişebilir...”* Ö8

*“Evet değişebilir. **Teorilerin doğruluğu kanıtlanmamıştır**, tamamen yanlış olabilir veya biraz yanlış olabilir. Biraz yanlış olduğu durumlarda da teori düzeltilerek değiştirilebilir...” Ö14*

*“Evet değişebilir. **Bunu çürütecek, bize daha doğru doğru gelen bir düşünce ortaya atılırsa bu teori değişir ...**” Ö20*

Farklı bilim insanları farklı görüşler öne sürdüğünde teorilerin değişebileceğini ifade eden öğrencinin açıklaması aşağıda yer almaktadır:

*“Bence değişebilir. Çünkü **farklı bilim insanları farklı görüşler öne sürebilir...**” Ö29*

Bu gruptan bir öğrenci teorilerin değişmeyeceğini aşağıdaki cümlede açıklamıştır:

*Bilim insanları **bir teori geliştirdikten sonra bu teori değişmez**. Teori kabul edilen bir şeydir. Yapılan teorilerle kanunlar ortaya çıkar...” Ö4*

Kontrol grubu öğrencilerinin teorilerin değişmelerine rağmen neden fen derslerinde okutulduğuna dair açıklamaları incelendiğinde; teorilerin hangi nedenlerle değiştiğini öğrenmek, ders kitaplarında yer alan teorilerin günümüzde geçerli olduğu, var olan bilgileri öğrenmek, değişecek bilgiler öğrenilmeden yerine yenilerinin konamayacağı ve bilim insanlarının düşüncelerini öğrenmek gibi ifadelerin yer aldığı görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinden 28’i (%97) bilimsel teorilerin değişeceğini ifade etse de öğrencilerin %48’i teorilerin değişmesinin nedenini ispatlanmamış, kesin olmayan bilgiler olmaları ile açıklamışlardır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrencilerin cevaplarında kanunları kanıtlanmış, kesin bilgiler olarak tanımladıkları görülmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel teorilerin değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrıldığında 1 öğrencinin (%4) zayıf, 14 öğrencinin (%48) değişken, 14 öğrencinin (%48) bilgili görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu grubun ön test sonuçları son test sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Öğrenci görüşlerine ait örnek cümleler tablo 4.108’de verilmektedir.

Tablo 4.108. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	1	%4	<i>“Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra bu teori değişmez. Teori kabul edilen bir şeydir...” Ö4</i>
Değişken	14	%48	<i>“Teoriler değişebilir çünkü kesinliğinden emin olamadığımız değerlerdir...” Ö5</i>
Bilgili	14	%48	<i>“İnsanların çeşitli çalışmalarla vardığı sonuçları, kanıtlarla sunmasıdır. Bu teoriler başka bilim insanlarının başka düşünceleri ve kanıtlarıyla çürütülebilir, farklı bulgular düşünceler ortaya çıktıkça teoriler değişebilir...” Ö9</i>

Uygulama sonrası kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel kanunların değişebilirliği boyutuna ilişkin görüşleri temalar halinde gruplandığında; 25 öğrencinin zayıf, 1 öğrencinin değişken ve 3 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu bulunmuştur (Tablo 4.109).

Tablo 4.109. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	25	%86	<i>“Bilimsel teori kanundan önceki halidir. Kanun kadar kesin olmasa da hipotezden daha geçerlidir Kanun kesinlikle doğrudur...” Ö26</i>
Değişken	1	%4	<i>“Bilimsel teori, daha kesinliği ispatlanmamış, hala üzerinde çalışmalar yapılan düşünce ve bulgulardır. Bilimsel teori ve bilimsel kanun farklı şeylerdir. Hiçbir bilginin kesinliğinden %100 emin olunamaz...” Ö11</i>
Bilgili	3	%10	<i>“Teori ve kanun ikisinin önemi de aynıdır. Biri değişirse diğeri de değişir.” Ö12</i>

Uygulama sonrası Deney 1 grubu öğrencilerinin teori ve kanunun değişebilir doğası ile ilgili düşünceleri incelendiğinde öğrencilerinin tümünün teorilerin değişebileceğini ifade ettikleri görülmektedir. Deney 1 grubu öğrenciler teorilerin değişme nedenlerini açıklamaları istendiğinde, teknolojinin ve bilimin değişmesini ve gelişmesini (%28), teoriler ile ilgili yapılan çalışmalar, araştırmalar ve deneyler sürdükçe bulunan yeni verilerin ortaya konmasını (%34), bilimin değişebilir doğasını (%24) ve teorilerin kanıtlanmamış yargılar, düşünceler olmasını (%14) gerekçe olarak öne sürmüşlerdir. Teorilerin değişme nedenini teknolojiye meydana gelen gelişmeler ve değişimler

sonucunu yeni bulguların ortaya konması olarak ortaya koyan öğrencilerin açıklamaları ile ilgili örnekler aşağıda yer almaktadır:

“Değişebilir. Çünkü zaman geçtikçe kullandığımız teknoloji de değişebilir. Hiçbir teori, daima doğrudur diyemeyiz. Bugün görmediğimiz bir ayrıntı sonucunda bundan on sene sonra geçerli saydığımız teoriyi değiştirebilecek boyutta olduğunu görebiliriz...” Ö31

“Değişebilir. Bilim her gün, her an değişebilen, yenilenen bir şeydir. Teknoloji geliyor. Deneylerle bir düşüncenin yerini ispatlanarak başka bir düşünce alabilir ...” Ö40

“Bilim sürekli gelişmektedir. Teknoloji sürekli gelişmektedir. Bundan dolayı da teoriler değişebilir...” Ö51

Deney 1 grubu öğrencilerinin %34’ü bilim dünyasında yapılan çalışmalar, araştırmalar ve deneyler sonucu bulunan yeni verilerin ışığında teorilerin değişebileceğini ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

“Bilimsel teoriler değişebilir. Gelişen dünyamızda yarın ortaya çıkacak teorileri veya ispatları bilemeyiz. Farklı görüşler araştırılırken ya da aynı teori için bile araştırma yapılırken farklı bir görüş ortaya çıkıp şu an büyük bilinenleri yok edebilir...” Ö34

“Değişebilir. Gelişen dünyada her gün ayrı deneyler, çalışmalar yapılıyor. Bir teorinin üstüne giderek, o teori ile ilgili farklı bilgileri elde edip değiştirebilirler.” Ö38

“Teoriler elbette yeni bilgiler elde edilince değişirler. Yapılan yeni deneyler sonucu teoriler çürütülebilir ...” Ö43

Deney 1 grubu öğrencilerinin %24’ü teorilerin değişebileceğini bilimin değişebilir doğası kavramını kullanarak açıklamıştır. Bilimsel bilginin değişebileceğini ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

“Bence değişebilir. Bilimin değişebilir bir doğası vardır. O teorinin üstüne bir şey katılabilir ya da başka bir şey çıkartılabilir...” Ö30

“Bir teori sürekli olarak değişebilir, zaman geçtikçe bir teori artık kabul edilmeyebilir. Şu an katılmadığımız bir teori zaman geçtikçe artık kabul edilmeye başlanabilir. Bilim kesin değildir ve sonsuza kadar olduğu gibi kalmaz” Ö41

*“Evet değişebilir. Çünkü bilim her an değişiyor, geliyor ve yeni insanlar ortaya çıkıyor bunun akabinde kendinden **önceki düşünceleri ve fikirleri çürütebilecek fikirler, düşünceler ortaya çıkacaktır...**” Ö47*

Deney 1 grubundan 4 öğrenci (%14) teorilerin değişmesini teorilerin kanıtlanmamış, kesinliği olmayan, bilim insanları tarafından ortaya atılmış düşünceler olması ile ilişkilendirmiştir. Teorilerin kanıtlanmamış, kesinliği olmayan fikirler olduğunu ifade eden öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“Adı üstünde **teori daha %100 ispatlanmamış**. Teori değişebilir...” Ö46*

*“Evet bence teoriler değişebilir. Örnekte verilen atom teorisi, evrim teorisi **deneylere değil gözlemlere ve düşüncelere dayalı olduğu için** her an biri çıkıp yakın ama farklı bir bilgi sunarak teoriyi değiştirebilir...” Ö44*

Deney1 grubu öğrencilerinin teorilerin değişmelerine rağmen neden fen derslerinde okutulduğuna dair açıklamaları incelendiğinde; teorilerin nasıl oluştuğunu ve nasıl değiştiğini öğrenmek, bilim tarihini öğrenmek, ders kitaplarında yer alan teorilerin günümüzde geçerli olduğu, önceki bilgiler kullanılmadan yeni bilgilerin geliştirilemeyeceği gibi ifadelerin yer aldığı görülmektedir. Teorilerin değişebilir doğası ile ilgili zayıf görüşe sahip bir öğrenci bu soruyu teorilerin nasıl kanuna dönüştüğünü öğrenmek için olarak yanıtlamıştır. Deney 1 grubunda yer alan öğrencilerin hepsi bilimsel teorilerin değişebileceğini ifade etmiştir. Bu grupta yer alan öğrencilerden 4’ü (%14) bilimsel teorilerin değişmesinin nedenini teorilerin ispatlanmamış, kanıtı olmayan bilgiler olmaları ile açıklamışlardır.

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin %41’i kanunların değişebileceğini, bilimin değişebilir doğası olduğunu ifade etmiştir. 10 öğrenci (%34) kanunları doğruluğu ispatlanmış, deneylerle kanıtlanmış bilgiler olduğunu belirtirken bir öğrenci (%3) kanunların değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Deney 1 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel teorilerin değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrıldığında 10 öğrencinin (%34) değişken, 19 öğrencinin (%66) bilgili görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu grubun ön test sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında, uygulama sonrası deney 1 grubunda zayıf görüşlü öğrenci kalmadığını, değişken görüşe sahip öğrenci sayısı azalırken bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 9’dan (%31) 19’a (%66)

çıkıştır. Bu üç kategoride öğrencilerin görüşlerini örnekleyen cümleler tablo 4.110’da verilmektedir.

Tablo 4.110. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	-	-	
Değişken	10	%34	“Evet, değişebilir. Teoriler apaçık kanıtlanmış bir şey değildir. Örneğin Darwin teorisi bilim adamlarının bir şeyler düşünerek ortaya attığı bir fikir...” Ö52
Bilgili	19	%66	“Teorilerin değişebileceğine inanıyorum çünkü aynı kanunlar gibi teorilerde bilim geliştikçe daha çok şeyler öğrenilecek ve teoriler zamanında ne kadar kanıta dayalı olsa da bilim geliştikçe bunlar çürütülecek...” Ö39

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimsel kanunların değişebilir doğası boyutuna ilişkin görüşleri temalar halinde gruplandığında; 14 öğrencinin zayıf, 2 öğrencinin değişken ve 13 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu bulunmuştur. Uygulama öncesi yapılan VNOS-C testi sonuçlarına göre kanunların değişebilir doğası ile ilgili bilgili görüş bulunmazken uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin %45’i kanunların değişebileceği görüşünü savunmaktadır (Tablo 4.111).

Tablo 4.111. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	14	%48	“Teorilerin deneylerle değişme ihtimali vardır. Ama kanunlar her türlü şartta ve koşulda doğruluğu kabul edilmiş bulgulardır...” Ö38
Değişken	2	%7	“Bilimsel kanun, kimsenin kuşkusu kalmadığı tamamen onaylanmış gerçeklerdir. Değişme ihtimalleri çok düşüktür...” Ö32
Bilgili	13	%45	“Kanun ise doğadaki olayları ele alır. Örneğin yerçekimi kanunu herkes tarafından kabul edilmiş ve kanıtlamıştır. Ama bilim geliştikçe doğanın sırları daha da açılacak ve kanunların değişeceği kanısındayım...” Ö39

Uygulama sonrası Deney 2 grubu öğrencilerinin teori ve kanunun değişebilir doğası ile ilgili düşünceleri incelendiğinde 27 öğrenci (%94) teorilerin değişebileceğini belirtirken, bir öğrenci (%3) teorilerin değişmeyeceğini söylemiştir. Bir öğrenci (%3)

ise bu soruyu bazı teoriler değişebilir bazı teorilerin ise değişmez ifadesi ile cevaplamıştır. Deney 2 grubu öğrencilerinin teorilerin değişme nedenlerini açıklamaları istendiğinde, teknolojinin gelişmesi ile değişebileceğini (%21), yapılan çalışmalar, araştırmalar, deneyler ve gözlemler ile bilimin gelişeceğini (%38), bilimde kesinlik olmadığını, bilimin değişebilir doğası olduğunu, bilimdeki kavramların değişebileceğini (%21) ve teorilerin herkes tarafından kabul edilmeyen, kanıtlanmamış yargılar, olmasını (%14) gerekçe olarak öne sürmüşlerdir. Teorilerin değişmeyeceğini ifade eden öğrenci eğer değişirse teori olmayacağını belirtmiştir. Bazı teorilerin değişmeyeceğini açıklamasında yazan öğrenci gerekçe olarak bu teorilerin kanıtlanmış olmasını göstermiştir.

Teorilerin değişme nedenini teknolojinin gelişmesi olarak açıklayan öğrencilerin (%21) açıklamaları ile ilgili örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Bilim insanların geliştirdiği bir teori zaman içerisinde **gelişen teknolojiyle beraber değişebilir**. Örneğin atom teorisi geçmişten günümüze gelirken değişime uğramıştır...”* Ö62

*“Bilimsel teoriler değişebilir. Çünkü teoriler geliştirildikçe daha yeni teorilere dönüşür. **Teknoloji ilerledikçe, deneyler yapıldıkça yeni bilgiler edinildikçe teoriler gelişebilir, değişebilir de...**”* Ö68

*“Teoriler zamanla değişebilir. Örneğin 30 yıl önce ortaya atılan bir fikrin kanıtlanması için belki de o zamanlar gerekli teknoloji yoktu ve farklı bir şekilde kabul edildi. **Ancak şu anda onun için gerekli teknolojiye sahipsek o teoriyi değiştirebiliriz.** Ayrıca belki de bu teorileri değiştirebilecek geleceğin bilim adamları belki şu anda bu sıralarda oturuyordur ...”* Ö77

Deney 2 grubu öğrencilerinin %34’ü bilim dünyasında yapılan çalışmalar, araştırmalar, deneyler ve gözlem sonucu bilimin gelişeceğini, teorilerin değişebileceğini ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“Bence değişebilir. **Çünkü bilimde kesinlik yoktur.** Her geçen gün yapılan çalışmalarla bilim gelişmektedir. Yeni yapılan deneyler ve gözlemler ile bilimin değişip geliştiğini görüyoruz. Ama ilimin gelişmesi için bundan önceki teorilerin ve gözlemlerin öğrenilmesi gerekir...”* Ö61

*“Evet, **teoriler değişebilir.** Çünkü zaman geçtikçe bilim insanların **yeni çalışmalarıyla** ya da o teorileri geliştirmesi ile yeni sonuçlara varılabilir ve o teori çürütülebilir...” Ö75*

*“Teoriler değişebilir çünkü o teoriler hakkında farklı düşüncelere sahip olmamızı sağlayacak **değişik bulgular edinebiliriz...**” Ö82*

Deney 2 grubu öğrencilerinin %21’i teorilerin değişebileceğini bilimde kesinlik olmadığını, bilimin değişebilir doğası olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“**Bilimde kesin %100 böyle diye bir kavram yoktur,** bilimdeki teoriler zamanla değişir, yerine daha günceli gelir. **Örnek olarak eskiden atom parçalanamaz deniyordu ama şimdi atom parçalanabiliyor...**” Ö69*

*“Teoriler değişebilir. **Çünkü bilimin hiçbir alanında kesinlik yoktur.** Her bilgi geliştirilebilir veya çürütülebilir. Bu nedenle bilimde kesinlik yoktur...” Ö76*

*“Bilimsel teori değişebilir. **Çünkü bilim sürekli gelişir ve bununla birlikte insanlar bilimsel bir bilgiyi daha çok açıklayabilir.** Bir düşünce doğru kabul edilirken gelişen teknoloji ile yanlış olduğu bulunabilir...” Ö67*

Deney 1 grubunda olduğu gibi deney 2 grubunda da 4 öğrenci (%14) teorilerin değişmesini teorilerin kanıtlanmamış, herkes tarafından kabul edilmemiş yargılar olmasına bağlamıştır. Teorilerin kanıtlanmamış fikirler olduğunu ifade eden öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“Öncelikle teorilerin zamanla daha kalıcı bulgular edinilerek değişebileceğini düşünüyorum. **Teoriler değişebilir. Çünkü herkesçe kabul edilmez.** Mesela günümüzde evrim teorisine inanmayan insanlar var ve onları yargılayamayız. **Çünkü evrim teorisi kanıtlanmış bir sonuç değil ...**” Ö65*

*“Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra, bu teori değişebilir **çünkü kesin veya yasa değildirlerdir.** İnsanların düşündükleri çıkarımlar, çevreyi anlamak için yorumlardır...” Ö79*

Deney 2 grubu öğrencilerinin teorilerin değişmelerine rağmen neden fen derslerinde okutulduğuna dair açıklamaları incelendiğinde; bilimin gelişmesi için teorilerin öğrenilmesi gerekliliği, bilimsel bilgiyi ve bilimsel yöntemleri öğrenmek, günümüzde geçerli olmaları, bilgi edinmek, kendilerini geliştirmek, bilim tarihini öğrenmek, eski

teorilerdeki hataları öğrenip yeni teoriler geliştirebilmek için ve bilimin değişen doğasını anlamak için gibi ifadelerin yer aldığı görülmektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinin değişebilecek teorileri neden öğreniyoruz cevaplarından ilgi çekici iki örneğe aşağıda yer verilmiştir:

“Bir gün teoriler değişebilecek olsa bile bize öğretiliyor çünkü belki ileride kafamızdaki şüpheler için deneyler, araştırmalar yapıp yeni bir bilgi edineceğiz...”

Ö84

*“Şu an kabul edilen teoriler gösterilerek öğrencilerde belirli bir fikir oluşur **ancak bilimin doğası öğrenimi almayan öğrenciler için sabit bir fikir oluşabilir...**”* Ö76

Deney 2 grubunda yer alan öğrencilerin %93’ü (27 öğrenci) bilimsel teorilerin değişebileceğini ifade etmiştir. Bu grupta yer alan bir öğrenci (%3) teorilerin değişmeyeceğini, bir diğer öğrenci ise bazı teorilerin değişebileceğini, bazılarının ise değişmeyeceğini savunmuştur. Deney 2 grubu öğrencilerden 4’ü (%14) bilimsel teorilerin değişmesinin nedenini herkes tarafından kabul edilmemeleri ve kesinlik içermemeleri olarak açıklamışlardır. Uygulama sonrası deney 2 grubu öğrencilerinin %41’i (12 öğrenci) kanunların değişebileceğini, bilimin değiştiğini, bilimde kesinlik olmadığını belirtmiştir. 10 öğrenci (%35) kanunları ispatlanmış, kesinlik içeren, çürütülemez, deneylerle kanıtlanmış bilgiler olduğunu belirtirken bir öğrenci (%3) kanunların değişmeyeceğini, diğer bir öğrenci (%3) kanunların yasalaşmış bilgiler olduğunu ifade etmiştir.

Deney 2 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel teorilerin değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrıldığında 1 öğrencinin (%3) zayıf, 9 öğrencinin (%31) değişken, 19 öğrencinin (%63) bilgili görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu grubun ön test sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında, uygulama sonrası deney 2 grubunda zayıf görüşlü öğrenci sayısı 5’ten 1’e düşerken değişken görüşe sahip öğrenci sayısı 8 azalmış bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 7’den (%24) 19’a (%66) çıkmıştır. Bu üç kategoride öğrencilerin görüşlerini örnekleyen cümleler tablo 4.112’de verilmektedir.

Tablo 4.112. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Teorilerin Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	1	%3	“Teorilerin değişmeyeceğine inanıyorum. Çünkü değişme potansiyeli varsa o teoriden çıkar düşünce haline geri döner ...” Ö59
Değişken	9	%31	“Teoriler değişebilir zaten tam anlamıyla bütün soru işaretlerine cevap veriyorsa adı teori olmazdı. Deneyler, araştırmalar aracılığıyla bir sonuca ulaşılmıştır ama farklı yöntemlerle ileride farklı teknolojiyle teorinin esik kalan yerleri tamamlanabilir ya da tamamıyla yanlış olduğu görülebilir ...” Ö84
Bilgili	19	%66	“Bence değişebilir. Çünkü bilimde kesinlik yoktur. Her geçen gün yapılan çalışmalarla bilim gelişmektedir. Yeni yapılan deneyler ve gözlemlerler ile bilimin değişip geliştiğini görüyoruz. Ama bilimin gelişmesi için bundan önceki teorilerin ve gözlemlerin öğrenilmesi gerekir. Çünkü fikir sahibi olmadığımız bir konuyu geliştirip değiştirmemiz mümkün değildir...” Ö61

Uygulama sonrası deney 2 grubu öğrencilerinin bilimsel kanunların değişebilir doğası boyutuna ilişkin görüşleri temalar halinde gruplandığında; 14 öğrencinin zayıf, 2 öğrencinin değişken ve 13 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu bulunmuştur. Uygulama öncesi yapılan VNOS-C testi sonuçlarına göre kanunların değişebilir doğası ile ilgili bilgili görüş bulunmazken uygulama sonrası deney 2 grubu öğrencilerinin %45’i kanunların değişebileceği görüşünü savunmaktadır (Tablo 4.113).

Tablo 4.113. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Kanunların Değişebilir Doğası Boyutuna Ait Uygulama Öncesi Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	14	%48	“Kanunlar değişmezler teoriler değişebilirler. Çünkü kanunlar deneylerle kanıtlanmış kesin cevaplardır. Bütün olasılıklar denenmiştir ve herkesçe kabul görmüştür. Evrenseldir aynı zamanda bütün insanoğlundan kabul görmüştür...” Ö65
Değişken	2	%7	“...bilimsel kanunlar evrenseldir ve her yerde aynıdır. Kimse tarafından aksi kanıtlanmadıkça değiştirilemez ...” Ö82
Bilgili	13	%45	“...bilimsel kanunlar da teoriler de zamanla değişip, gelişebilir. Kanunlar örneğin yerçekimi kanunu yıllardır aynı ve hala değişmemiştir. Fakat zamanla değişebilir...” Ö63

4.3.4. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimde Gözlem ve Çıkarım Arasındaki İlişki Boyutuna İlişkin Görüşleri

Uygulama sonrası, kontrol, deney 1, deney 2 grupları öğrencilerinin bilimde gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna dair görüşlerini ölçmek için VNOS-C ölçeğinde yer alan yedinci ve sekizinci sorular değerlendirilmiştir. Ölçeğin yedinci sorusunda bilim insanlarının atomun yapısından ne kadar emin oldukları ve atomun yapısını belirlemede kullandıkları deliller, sekizinci soruda ise biyolojik tür tanımlarından nasıl emin oldukları ve türleri belirlerken ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur. Kontrol grubu öğrencilerinin uygulama sonrası bu sorulara verdikleri cevaplarına ait analizler Tablo 4.114, 4.115, 4.116 ve 4.117’de verilmektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin atom yapısının belirlenmesi sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 4.114’de verilmektedir.

Tablo 4.114. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deneyler ile	11	%38
Araştırmalar ile	2	%7
Mikroskop-Elektron mikroskopu ile	6	%21
Özel makineler ve ileri teknoloji kullanarak	10	%34

Kontrol grubu öğrencilerinin 12 si (%41) bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadıklarını, atomların gözlenemeyeceğini, atomların yapılarının modellerle, tasarımlarla, benzetmeler ifade edildiğini ifade etmiştir. Bu gruptan 9 (%31) öğrenci ise bilim insanlarının atomların yapısından emin olduklarını belirtmiştir. Bu öğrencilerin bazıları atomların gözlenebildiğini, günümüzde atomun yapısının incelenebildiğini açıklamalarında yazmıştır. Kontrol grubu öğrencilerinden 11’i (%38) atomların gözlenemeyeceğini, atomların yapısını belirlemek için bilim insanlarının deneyler yaptıklarını ve sonuçları yorumlayarak atomun yapısı ile ilgili bilgi sahibi olduklarını ifade etmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Atomun yapısı **bir modeldir**. Normalde elektronların çekirdeğin ve nötronun etrafında dönmesi gibi bir şey yoktur. Bu atomun yapısının daha kolay anlaşılması*

için hazırlanmış bir modeldir. Atomlar çok küçük oldukları için gözlenemezler. Yapılan deneylerle varlıkları kanıtlanmıştır...” Ö2

“Yapılan bu tanım sadece bir modeldir. Bence bilim insanlarının hala şüpheleri vardır çünkü atom çok küçük bir parçacık. Bilim insanları atomun yapısını belirlemede deney yaparlar. Atomlar gözlenemez.” Ö15

“Bilim insanları, fen kitaplarını hazırlarken bugün inanılan ve doğruluğu kabul edilen bilgilerden yararlanıyorlar. Tabii ki atomun yapısından kesin olarak emin değiller. Çünkü atom gözlenebilir bir madde değil. Ancak bazı deneyler sonucu bu verilere ulaşılır.” Ö11

“Bilim insanları atomun yapısından deneyler ve gözlemler sonucu elde ettikleri bilgiler kadar eminler. Atomun yapısını belirlemede deneyler ve gözlemler yapmışlardır.” Ö7

Kontrol grubu öğrencilerinden 10 öğrenci (%34) atomların özel makineler ve ileri teknoloji kullanılarak gözlenebileceğini belirtmiştir. Bu öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Günümüz teknolojisinde atom en üst seviyede gözleniyor ve bilim adamlarının bundan emin olmaları gerekir. Teknoloji geliştikçe daha çok bilgi edinebilir. Atomun yapısını belirlemede ise elektromıknatıslar kullanılır.” Ö8

“İlk başta bunlar bilimsel bilgilere dayalıydı. Sonradan teknoloji gelişince bunun kanıtlanması daha da kolaylaştı. Bence atomlar gözlenebilir.” Ö10

“Bence eminler çünkü atomu üstün teknolojik aletler ile incelediler. Fotoğraf ve görüntülerle atomun yapısını belirlediler. Atomlar gözle görülmez ama bu zamanki teknoloji ile gözlenebiliyor.” Ö29

Bu gruptan 6 öğrenci (%21) elektron mikroskopu ile atomların gözlenebileceğini ifade etmiştir. Bu öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Atomları mikroskoplarla gözlemlemişler ve gördükleri kadarı ile tarif ederler. Bu yapı daha ileri teknoloji ile gözlenip daha farklı bir atom yapısı gözlemlenirse daha çok emin olabilirler” Ö17

“Elektron mikroskopu ve yapılan deneylerle atom ve atom altı parçacıklar gözlenmiştir...” Ö21

Kontrol grubundan 2 öğrenci (%7) yapılan işin adını ve niteliğini belirtmeden sadece ‘araştırmalar’ ile atomun yapısının belirlenebildiğini ifade etmişler. Bu öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilim çok geniş kapsamlıdır. Her gün yeni bilgiler ortaya çıkar. Atom hakkında hala kesin sonuca ulaşamamıştır. Bilim insanları **bu konu hakkında araştırmalarını her geçen gün sürdürmektedir.** Atom gözle görülemeyecek kadar küçüktür...” Ö4*

Ön test sonrasında ifade edildiği gibi son testten sonra da kontrol grubu öğrencilerinin çoğunun atomların ve atom altı taneciklerin varlığına işaret eden deneylerin isimlerini açıklamalarında kullanmadıkları görülmektedir. Bu gruptaki öğrencilerin 5’i (%17) gözlem çıkarım ilişkisine gönderme yaparak atomların gözlenemeyeceğini, yapılan deneylerle elde edilen kanıtlar doğrultusunda bilim insanlarının modeller oluşturduğunu belirtmişlerdir. Kontrol grubu öğrencilerinin 7. Soruya verdikleri cevaplar temalar halinde gruplandığında görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflanmıştır. Bu üç kategoride öğrencilerin görüşlerini örnekleyen cümleler tablo 4.115’de verilmektedir.

Tablo 4.115. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	17	%59	<i>“Edinebildikleri ve ulaşabildikleri bilgi seviyesinde eminler. Atomu görerek yapısını belirlerler. Bilimsel imkanlarla gözlenebilir.” Ö5</i>
Değişken	7	%24	<i>“Bilim çok geniş kapsamlıdır. Her gün yeni bilgiler ortaya çıkar. Atom hakkında hala kesin sonuca ulaşamamıştır. Bilim insanları bu konuda araştırmalarını her geçen gün sürdürmektedir. Atom gözle görülemeyecek kadar küçüktür. Araştırması zor bir konudur.” Ö4</i>
Bilgili	5	%17	<i>“Bilim insanları, fen kitaplarını hazırlarken bugün inanılan ve doğruluğu kabul edilen bilgilerden yararlanıyorlar. Tabii ki atomun yapısından kesin olarak emin değiller. Çünkü atom gözlenebilir bir madde değil. Ancak bazı deneyler sonucu bu verilere ulaşılır.” Ö11</i>

Gözlem ve çıkarım ilişkisi hakkında görüşleri araştıran diğer bir soru olarak 8. soruda, bilim insanlarının, yaptıkları biyolojik tür tanımından nasıl emin oldukları ve türleri

ayırt etmede ne gibi deliller kullandıkları sorulmuştur. Kontrol grubunun son testte, verdikleri cevaplara ait frekans ve yüzde tablosu Tablo 4.116’de verilmektedir.

Tablo 4.116. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Deney ve gözlemler ile	13	%45
Genetik özellikleri, fiziksel özellikleri	9	%31
Beslenme, birbirleri ile etkileşim ve üreme şekilleri	7	%24

Kontrol grubu öğrencilerinin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde; deney ve gözlemler kullanarak, genetik ve fiziksel özelliklere bakarak ve beslenme, yaşayış ve üreme şekillerine göre türlerin belirlendiği ifade edilmiştir. 13 Kontrol Grubu (%45) öğrencisi deney ve gözlem sonucunda türlerin belirlendiğini belirtmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer verilmiştir.

“Deneyler yaparak emin olabilirler. Gözlem yapabilirler. Türleri benzerlik, davranışlarından, çiftleştiklerinde oluşturdukları yavrularının kendilerine benzerliği gibi deliller kullanılıyor.” Ö12

“Deneyler yaparak emin olabilirler.” Ö3

“Bilim insanları kendi kontrolleri altında yaptıkları deneylerle bu tanımlı ortaya koymuştur. Ayırt etmede ise verimli döller elde edilemediğine bakılır” Ö6

Kontrol grubundan 9 öğrenci (%31) öğrencisi genetik ve fiziksel özelliklere bakarak türlerin belirlendiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

“Genlerine bakarak tür kavramının doğru olduğunu kanıtlamışlar ve ona göre sınıflandırmışlar...” Ö12

“Bilim insanları canlıların genlerini inceleyerek aynı türden olup olmadıklarını anlarlar. Tamamen emin olamazlar.” Ö2

“Yaptıkları genetik testler sonunda emin olabilirler. Bilim insanları türleri yaptıkları bu genetik testler sonunda ayırt ederler ve bu genetik testleri delil olarak kullanırlar.” Ö25

Bu gruptan 7 öğrenci (%24) beslenme şekilleri, yaşayış biçimleri ve birbirleri ile etkileşimleri ve üreme şekillerine bakarak türlerin belirlendiğinin altını çizmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir.

“Dünyadaki canlı topluluklarını inceleyip emin olabilirler, beslenme, üreme şekli gibi faaliyetlere bakarak ayırt ederler.” Ö5

Öğrencilerin büyük bir kısmı bilim insanlarının bu tanımdan emin olduklarını ifade ederken kontrol grubundan 4 öğrenci bilim insanlarının emin olmadıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerinden sadece biri verilen tür tanımındaki kıstasların bilim insanları tarafından ortaya konduğunu vurgularken diğer bir öğrenci fen kitaplarında soruda verilen tanımın yer aldığını, birçok kitabın bu tanımın tamamen doğru olmadığını belirttiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin tamamına yakını kurt ve köpeğin farklı türler oldukları halde çiftleşmelerini ve verimli türler meydana getirmelerini özel veya istisnai bir durum ya da birbirlerine yakın türler olmaları olarak açıklamıştır.

Kontrol grubunun öğrencilerinin sekizinci soruya verdikleri cevaplar bilimin gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara bağlı olması ve bilim insanların bakış açılarının gözlemlerine ve çıkarımlarına etki etmesi görüşleri açısından incelenip zayıf, değişken ve bilgili görüş olarak gruplara ayrılmıştır (Tablo 4.117).

Tablo 4.117. Kontrol Grubunun Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	24	%83	<i>“Üremelerini delil olarak kullanabilirler. Tür kavramı ile çelişmez. Doğanın kanunudur, istisna olabilir” Ö9</i>
Değişken	4	%14	<i>“Bu tanımlar araştırmalar sonucunda yapılmış en mantıklı söylemler. Eğer biyolojik türe karşı yeni bir hayvan veya tür bulunursa bu kavram değişir.” Ö16</i>
Bilgili	1	%3	<i>“Kesin olarak emin olamazlar. Tür tanımı da daha kesin olarak belli değil bence. Canlıların beslenme, barınma gibi ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak belirli kıstaslar koyuyorlar, tür kavramı bir zaman sonra yeni deliller sonucu değişebilir...” Ö11</i>

Uygulama sonrası, deney 1 grubu öğrencilerinin atom yapısının belirlenmesi sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 4.118’de verilmektedir.

Tablo 4.118. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Model oluşturarak	4	%14
Deney ve araştırmalar ile	17	%59
Teknolojik aletler/mikroskop ile	5	%17
Hayal güçleri ile	3	%10

Deney 1 grubundan 24 öğrenci (%83) bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadıklarını belirtirken, 5 öğrenci (%17) büyük ölçüde ya da tam olarak emin olduklarını ifade etmiştir. Yine öğrencilerin %69'u atomların gözle görülemeyeceğini, buna karşın bu gruptan 6 öğrenci (%21) atomların gözlenebileceğini açıklamalarında belirtmiştir. Deney 1 grubu öğrencilerinin %59'u (17 öğrenci) atomun yapısının deney ve araştırmalarla belirlendiğini açıklamıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

“.... Belirli deneylerle ışınların sapmalarına bakılarak şurada bu vardır şeklinde gözlemlerini yansıtır. Yaptıkları deneylerle akıllarında belirli bir şekil oluşur. Bunu insanlara aktarmak isterler, o yüzden modeller oluşur...” Ö30

*“Bilim insanları her zaman olduğu gibi şu anda atomun yapısından emin değiller diye düşünüyorum. Çünkü geçmişten günümüze gelirken atom kavramının açıklanmasında ne kadar çok değişme olduğunu biliyoruz. **Bilim insanları atomu gözlemleyemezler, X ışınları göndererek, geri dönen ışınları gözlemleyerek bazı varsayımlara ulaşırlar ve bunun ışığında atomla ilgili bilgi sahibi olurlar.**” Ö37*

“Atom hakkındaki fikirler geçmişten günümüze kadar değişmiştir ve değişecektir. Teknolojini yardımı ile yapılan deneyler gelişmiş ve fikirler de değişmiştir ...” Ö56

Deney 1 grubundan 4 öğrenci (%14) modeller oluşturarak atomun yapısının belirlendiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

*“Bilim insanları %100 emin değiller, sadece tahminleri doğrultusunda birkaç model öne sürüyorlar, **atomlar gözlenemediği için modeller üzerinden anlatılıyor...**” Ö38*

*“Zamanla atomun yapısı da geliştirilebilir. Bu oluşturuluncaya dek Dalton Atom modeli, üzümlü kek modelleri ortaya konmuş, sonra zamanla gelişmiştir. **Yine günümüzde kullanılan model de değişebilir ...**” Ö54*

Deney 1 grubundan 5 öğrenci (%17) atomun yapısının teknolojik aletler veya mikroskop kullanılarak belirlendiğini açıklamıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

*“Bilim insanları atomun yapısından tamamen emin değildirler. Bilim insanları atomun yapısını belirlemede teorileri ortaya atmışlar, modeller geliştirmişlerdir veya kendinden önceki düşünceleri çürüterek yeni düşünceler, fikirler ortaya atmışlar. Atomlar şu anki **teknoloji ve olanaklara bağlı olarak gözlenemez.**” Ö47*

*“Evet atom gözlemlenebilir. **Büyük mikroskoplarla gözlenebilir.** Ama atomun yapısından %100 emin değildirler. Atom modelleri sürekli değişmiştir...” Ö45*

Deney 1 grubundan 3 öğrenci (%7) bilim insanlarının atomun yapısını hayal güçlerini kullanarak belirledikleri anlatmıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir.

*“Bilim insanları **belki de hayal güçleri sonucunda atomun yapısını belirlediler.** Ya da kullandıkları deneyler tam sonucu vermese bile o konu hakkında bir düşünce kafalarında belirebilir.” Ö31*

*“Modern atom modeli de bir gün değişebilir. Çeşitli aletlerle gözlem yaparak, **varsayım yapmak gibi deliller kullanmaktalar.** Bence atomlar ileri zamanlarda gözlemlenebilir...” Ö52*

Uygulama öncesi deney 1 grubu öğrencilerinden 13’ü atomların gözlenemeyeceğini ifade ederken uygulama sonrası 20 öğrenci atomların gözlenemeyeceğini düşünmüştür. Aynı şekilde uygulama öncesi 18 deney 1 grubu öğrencisi bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadığını belirtirken uygulama sonrası bu sayının 24’e çıktığı görülmektedir. Uygulama sonrası bu grupta gözlem çıkarım ilişkisine vurgu yaparak atomların gözlenemeyeceğini, yapılan deneylerle elde edilen kanıtlar doğrultusunda bilim insanlarının modeller oluşturduğunu belirten öğrenci sayısında önemli bir artış olmuştur. Uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 2 iken uygulama sonrası 14 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney 1 grubu öğrencileri bu soruya verdikleri yanıtlarda kimya dersinde öğrendikleri atom

modellerini kullandıkları görülürken önceki kullanılan atom modellerinin değiştiği gibi günümüzde kullanılan modelinde bilimde kaydedilecek gelişmeler doğrultusunda değişebileceğini vurgulamışlardır. Deney 1 grubu öğrencilerinin 7. Soruya verdikleri cevaplar temalar halinde gruplandığında görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflanmıştır. Bu üç kategoride öğrencilerin görüşlerini örnekleyen cümleler tablo 4.119’da verilmektedir.

Tablo 4.119. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	6	%21	“Şu an için eminler. Gelecek yıllarda teknolojinin daha çok gelişmesiyle yeni delillere, yeni bulgulara ulaşılacağına inanıyorum. Bilim insanları atomun yapısını belirlemede özel mikroskoplar, deneyler kullanıyorlar” Ö40
Değişken	9	%31	“Atomlar gözlenemez sadece var olması ihtimal olduğu şekillerle ifade etmişlerdir. Örneğin üzümlü kek model, ile şu anki model arasında büyük fark vardır. Atom modeli değişebilir.” Ö34
Bilgili	14	%48	“Bilim insanları her zaman olduğu gibi şu anda atomun yapısından emin değillerdir diye düşünüyorum. Çünkü geçmişten günümüze gelirken atom kavramının açıklanmasında çok fazla değişimler olduğunu biliyoruz. Bilim insanları atomu gözlemleyemez. Deney yaparak, X ışınları göndererek, geri dönen ışınları gözlemleyerek bazı varsayımlara ulaşırlar ve bunun ışığında atom ile ilgili bilgi sahibi olurlar.” Ö37

Uygulama sonrasında, biyolojik türlerin belirlenmesi sorusuna ilişkin olarak deney 1 grubu öğrencileri belirli özelliklere göre sınıflandırma yaparak, deney ve gözlem sonuçlarından yola çıkarak ya da genetik özelliklerine göre türlerin belirlendiğini söylemiştir. Aşağıda yer alan Tablo 4.120’de uygulama sonrası cevaplarına ilişkin yüzde ve frekans değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.120. Deney 1 Grubu Öğrencilerin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Belirli özelliklerine göre sınıflama yaparak	11	%38
Deney ve gözlem sonuçları ile	9	%31
Genetik özelliklerine göre	9	%31

Bu gruptan 13 öğrenci (%45) bilim insanlarının yaptıkları tür tanımından emin olmadıklarını ifade etmiştir. 4 (%14) öğrenci ise bilim insanlarının tür tanımı ile ilgili emin olduklarını belirtirken diğer öğrenciler bu konuda görüş bildirmemişlerdir. Deney 1 grubundan 11 öğrenci (%38), bilim insanlarının canlıları belirli özelliklerine göre sınıflandırdıklarını ifade etmiştir ve cevaplarından bazı örnekler aşağıda yer verilmiştir:

*“...Türleri ayırt etmek için onların **özelliklerine bakarak ortak özellikleri doğrultusunda** bir ayırt etme, sınırlama kullanırlar.” Ö37*

*“...**Sınıflama yaparak, yaşayış tarzı ve biçimlerini ele alarak** belirleyebilir.” Ö47*

9 öğrenci ise (%31) ise, bilim insanlarının deneyler ve gözlem sonuçları ile tür tanımını oluşturduklarını ifade etmiştir ve bazı öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“İki farklı türü **çiftleştirmeye çalışmışlar fakat verimli döllere meydana getirememiş olup bu sonuca varmış olabilirler. Deneyler yardımıyla** bunu yapmak mümkündür.” Ö34*

*“Tür tanımlamasından **deneylerle emin olabilirler. Bilim insanları türleri ayırt ederken verimli döl veya kısır döl kavramlarıyla açıklar ve bununla ilgili deneyler yaparak deliller oluşturur.**” Ö36*

Yine bu gruptan 9 öğrenci (%31), bilim insanlarının türleri genetik özelliklerine göre oluşturabileceklerini söylemiştir. Öğrencilerin görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Teknolojinin çerçevesinde **emin olabilirler. Türleri aralarındaki farklı fiziksel ya da genetik özellikleri** ile ilgili deliller ortaya koyabilirler.” Ö31*

*“Yaptıkları incelemeler ve hayvanların **DNA’ları üzerinde yaptıkları deneyler ayırt etmelerine yardımcı olmuştur.**” Ö43*

Deney 1 grubu öğrencilerinden bilim insanlarının türleri birbirinden ayırt eden özelliklerden emin olmadıklarını düşünenler gerekçe olarak bu sınıflamanın bilim insanlarına ait olmasını, sınıflamanın sınırlılıklar içerdiğini, teknolojinin yeterliliği ve ellerindeki veriler doğrultusunda bu sınıflamayı yapabildiklerini, bilimsel bilginin değişebileceğini öne sürmüşlerdir:

“Bilim insanları bazı şeyleri göz önünde bulundurmadan sonuçlara varmış olabilir Türlerin buldukları özelliklerine göre sınıflama yapmış olabilirler...” Ö30

“... Türleri ayırt etmek için onların özelliklerine bakarak ortak özellikleri doğrultusunda bir ayırt etme ve sınırlama kullanırlar. Kurt ve köpek örneğinde olduğu gibi farklı türlerin çiftleşmesi sonucunda verimli döllere elde edilmesi bilimsel bilginin değişebilir olduğunun sonucu olarak görülebilir.” Ö37

Deney 1 grubunun öğrencilerinin sekizinci soruya verdikleri cevaplar bilimin gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara bağlı olması ve bilim insanların bakış açılarının gözlemlerine ve çıkarımlarına etki etmesi görüşleri açısından incelenip zayıf, değişken ve bilgili görüş olarak gruplara ayrılmıştır. (Tablo 4.121)

Tablo 4.121. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	14	%48	<i>“Tür tanımlamasından deneylerle emin olabilirler. Bilim insanları türleri ayırt ederken verimli döl veya kısır döl kavramlarıyla açıklar ve bununla ilgili deneyler yaparak deliller oluşturur.” Ö36</i>
Değişken	9	%31	<i>“Bilim insanları emin olamazlar. Bilim her an değişebilir. Canlıların habitatlarına koydukları gizli kameralar yardımıyla onların yaşantılarını kaydedip deneylerle bir sonuca ulaşabilirler.” Ö40</i>
Bilgili	6	%21	<i>“Türleri ayırt etmek için onların özelliklerine bakarak ortak özellikleri doğrultusunda bir ayırt etme ve sınırlama kullanırlar. Kurt ve köpek örneğinde olduğu gibi farklı türlerin çiftleşmesi sonucunda verimli döllere elde edilmesi bilimsel bilginin değişebilir olduğunun sonucu olarak görülebilir.” Ö37</i>

Uygulama sonrası, deney 2 grubu öğrencilerinin atom yapısının belirlenmesi sorusuna verdikleri cevaplar Tablo 4.122’de verilmektedir.

Tablo 4.122. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Hayal gücü ve model oluşturarak	3	%10
Deney ve gözlem ile	21	%73
Teknolojik aletler/mikroskop ile	5	%17

Deney 2 grubundan 25 öğrenci (%86) bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadıklarını belirtirken, 4 öğrenci (%14) büyük ölçüde ya da tam olarak emin olduklarını ifade etmiştir. Yine öğrencilerin %71'i (21 öğrenci) atomların gözle görülemeyeceğini, buna karşın bu gruptan 5 öğrenci (%17) atomların gözlenebileceğini açıklamalarında belirtmiştir, 3 öğrencinin bu konuda görüş belirtmediği görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin çoğu atom modellerinin değişerek günümüze ulaştığını, bugün kullanılan modelinde değişebileceğini, bilimin değişebilir doğası olduğunu belirterek açıklamıştır. 21 deney 2 grubu öğrencisi (%73) atomun yapısının deney ve araştırmalarla belirlendiğini açıklamıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir.

*“Atomlar gözlenemezler. Çok küçük parçacıklardır. Bilim insanları atomun yapısını yaptıkları **deneyler yardımı ile belirlemişlerdir**. Yeni bilgiler ve teknolojinin gelişmesi bence bu tanımlı değiştirebilir. Atomla ilgili bilinen şeylerden biri de atomun büyük ölçüde boşluktan meydana gelmesidir. Bu da değişen bilgilerden biridir. Örneğin önceden atomun içi dolu bir küre olduğu düşünülürken şu anda gelişen bilimle bunun yanlış olduğu bulundu...” Ö64*

*“Atom maddenin en küçük yapı birimidir. Bilim insanları yıllarca atomun yapısını araştırmış ve birçok atom modeli ortaya koymuşlardır. Bilimde hiçbir şey kesin değildir. Bulduğunuz bir bulguyu çürütecek bir bulgu ortaya çıkarsa doğru kabul edilen bulgunuz değişir. Bilim adamları **yaptıkları deneylerden bazı sonuçlara ulaşmışlardır**. Bu sonuçlardan yola çıkarak başka bir bilim insanı bu sonuçların üstüne kendi bulgularını da ekleyerek yeni bir model ortaya atar.” Ö72*

*“Hiçbir bilim insanı atomun yapısından %100 emin olamaz. Çünkü zaman geçtikçe yeni teoriler, hipotezler ortaya atılabilir ve düşünce değişebilir. Bilim insanları atomun yapısını **belirlemede yaptıkları deneylerden yola çıkmışlardır**. Atomlar gözlenemezler. Fakat bilim adamları yapmış oldukları **çalışmalar sonucu atom modelini tahmin edebilir.**” Ö75*

*“... Bizim atomu gözlemlememiz için illaki atomu görmemiz gerekme, **çeşitli aletler yardımı ile atomların davranışını gözlemleyebiliriz**. Örnek olarak Cern'de X parçacığı ve anti maddeyi bulmak için atomları birbirleri ile çarpıştırıp sonuçlarını gözliyorlar...” Ö69*

Deney 2 grubundan 3 öğrenci (%10) bilim insanlarının hayal güçleri yardımıyla modeller oluşturdukları modeller yardımı ile atomun yapısının belirlendiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamaları aşağıda yer almaktadır.

*“Atomlar gözlemlerimizle, mikroskopla görülemeyecek kadar küçüktürler. Bu nedenle bilim insanları **atomların yapısına hayal güçlerinin de yardımı ile açıklama getirmişlerdir. Atom modellerini oluşturmuşlardır.** Atom modelleri ile atomun yapısı daha **somut bir şekilde ifade edebilmişlerdir...**” Ö61*

*“Atomlar gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıklardır. Atom hakkındaki çeşitli yorumlar yapabilmek için atom hakkında bilinenler **model haline getirilerek incelenir.** Bu sebepten dolayı atomun yapısı ile ilgili görüşler değişebilir.” Ö62*

Deney 2 grubundan 5 öğrenci (%17) atomun yapısının teknolojik aletler veya mikroskop kullanılarak belirlendiğini açıklamıştır. Öğrencilerin konu ile ilgili açıklamalarından örnekler aşağıda yer almaktadır.

*“Atomları çıplak gözle değil de **nanoteknolojik aletlerle gözlemleyebiliriz.** Yüzyıllardır atomun yapısı hakkında bilim insanları farklı farklı fikirler ortaya attı. Her seferinde farklı bir model kabul edildi...” Ö77*

*“Bilim insanları atomların yapısını belirlemede **mikroskopları kullanmaktadır.** Mikroskoplarla atomlar gözlenirse de yine de her şeyi tam olarak anlayamazlar, atom altı taneciklerin nasıl hareket ettikleri anlaşılmaz ...” Ö78*

Uygulama öncesi deney 2 grubu öğrencilerinden 12’si atomların gözlenemeyeceğini ifade ederken uygulama sonrası 21 öğrenci atomların gözlenemeyeceğini belirtmiştir. Aynı şekilde uygulama öncesi 15 deney 2 grubu öğrencisi bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadığını belirtirken uygulama sonrası bu sayının 25’e çıktığı görülmektedir. Uygulama sonrası bu grupta da gözlem çıkarım ilişkisine vurgu yaparak atomların gözlenemeyeceğini, yapılan deneylerle elde edilen kanıtlar doğrultusunda bilim insanlarının modeller oluşturduğunu belirten öğrenci sayısında önemli bir artış olmuştur. Uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 2 iken uygulama sonrası 16 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney 1 grubunda olduğu gibi bu grubun öğrencilerinin yanıtlarında kimya dersinde öğrendikleri atom modellerinin isimlerini kullandıkları görülürken önceki kullanılan atom modellerinin zaman içinde değişmesi gibi günümüzde kullanılan modelinde

bilimde kaydedilecek gelişmeler doğrultusunda değişebileceğini vurgulamışlardır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar bilimde gözlem-çıkarım ilişkisi ile ilgili görüşlerini öğrenmemizi sağlarken, bilimin değişebilir doğası kavramını pekiştirdiklerini göstermektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinin yedinci soruya verdikleri cevaplar gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutuna yön veren kavramların ışığında temalar halinde gruplandığında görüşleri zayıf, değişken ve bilgili olarak sınıflanmıştır. Bu üç kategoride öğrencilerin görüşlerini örnekleyen cümleler tablo 4.123’de verilmektedir.

Tablo 4.123. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Atomun Yapısının Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	3	%10	<i>“Atomların yapısı atom bulunduğundan itibaren tartışma konusu olmuştur. Günümüze dek birçok bilim insanının fikirleri ortaya konularak atomun yapısına açıklık getirmişlerdir sonra da mikroskop yardımı ile incelemiş ve kesin bir atom modeli yapmışlardır...” Ö66</i>
Değişken	10	%35	<i>“Atomun yapısı uzun süredir araştırılan ve tartışılan bir konu. Dalton’un parçalanamayan küre tanımına üzerine şu an parçalanabilen, çekirdeği olan, +, - yüklü ve nötr taneciklerden oluşan daha gelişmiş bir yapı haline geldi. Yeni bilgilerle farklı bir yapı belirlenebilir.” Ö70</i>
Bilgili	16	%55	<i>“Atomlar gözlenemez. Bilim insanları atomların yapısını yaptıkları deneyler sonucu belirlemişlerdir. Bilim insanları atomların yapısından çok emin değiller çünkü gözlemek mümkün değil bu yüzden farklı deneylerdeki davranışlarına göre bir şekil oluşturuyorlar, sonuca varıyorlar. Atomun yapısı geçmişte içi dolu küreler gibi düşünülürken sonradan gelişen teknoloji ile atomun büyük çoğunlukla boşluktan oluştuğu sonucuna varılmıştır.” Ö67</i>

Uygulama sonrasında, biyolojik türlerin belirlenmesi sorusuna ilişkin olarak deney 2 grubu öğrencileri ortak özelliklere göre sınıflandırma yaparak, deney ve gözlem sonuçlarından yola çıkarak, genetik özelliklerine göre ya da fiziksel özellikleri, beslenme, üreme ortamlarına göre türlerin belirlendiğini açıklamalarında belirtmiştir. Aşağıda yer alan Tablo 4.124’te uygulama sonrası cevaplarına ilişkin yüzde ve frekans değerleri yer almaktadır.

Tablo 4.124. Deney 2 Grubu Öğrencilerin Uygulama Sonrası Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Ortak özelliklerine göre sınıflama yaparak	6	%21
Deney ve gözlem sonuçları ile	8	%27
Genetik özelliklerine göre	9	%31
Fiziksel özellik, beslenme-üreme şekline göre	6	%21

Deney 2 grubundan 8 öğrenci (%27) bilim insanlarının yaptıkları tür tanımından emin olmadıklarını söylerken, 6 (%21) öğrenci emin olduklarını belirtmiştir. Bu gruptaki öğrencilerin yarısından fazlası (%52) bu konu ile ilgili görüş bildirmemişlerdir. Deney 2 grubundan 6 öğrenci (%21), bilim insanlarının canlıları ortak özelliklerine göre sınıflandırdıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından bazı örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

*“Tür kavramını canlıları daha iyi inceleyebilmek için kullanmışlardır. Türler çiftleştiklerinde **verimli döl veren ve ortak özellik taşıyan** olarak tanımlarız...”*

Ö70

*“İleride bu kavram değişebilir fakat şu an **bu ayrımı yaparken canlıların ortak özelliklerini** kullanmışlardır...”* Ö64

8 öğrenci ise (%27) ise, bilim insanlarının deneyler ve gözlem sonuçları ile tür tanımını oluşturduklarını ifade etmiştir ve bazı öğrencilerin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

*“Bilim insanları **deneyler ve gözlemler yaparak** teorilerin doğruluğunu kanıtlayabilirler yani emin olabilirler. Delil olarak laboratuvardaki ya da doğadaki hayvanların üremelerini ve oluşan yavruyu inceleyebilirler.”* Ö60

*“Bence bilim insanlarının yaptıkları tanım **bir dizi deney ve gözlem sonucu** oluşmuştur. Bu yüzden emin olabilirler, bilim insanları türleri birbirinden ayırt etmede canlının geldiği familya, fiziksel özellikleri, beslenmesi ve çiftleştiğinde oluşan döl gibi deliller kullanılmaktadır...”* Ö79

Deney 2 grubundan 9 öğrenci (%31), bilim insanlarının türleri genetik özelliklerine göre oluşturabileceklerini söylemiştir. Öğrencilerin görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Geldikleri **soydan veya ırktan yararlanıp onları öyle sınıflandırmışlar, farklı isimler vererek birbirlerinden ayırt etmişlerdir...**”* Ö66

“Canlıların kromozom sayısı, genetik çeşitliliği, benzerliği gibi ortak yönlerinden ayırt ederler.” Ö68

Deney 2 grubundan 6 öğrenci (%21), bilim insanlarının türleri fiziksel özellikleri, beslenme-üreme şekilleri ve yaşam alanlarına göre sınıflara ayrılabilceğini söylemiştir. Öğrencilerin görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bu tanımlı yaparken canlıların **beslenme, üreme, solunum şekillerini** incelemişlerdir. **Değerlendirme yaparken canlıların yaşadıkları alanları da göz önüne almışlardır ...**” Ö61*

*“İki canlıyı **çiftleştirdiklerinde verimli türlerin meydana gelip gelmediğine bakarak** emin olabilirler.” Ö68*

Deney 2 grubu öğrencilerinden bilim insanlarının türleri birbirinden ayırt eden özelliklerden emin olmadıklarını düşünenler tür kavramının canlıları sınıflandırmak ve daha iyi inceleyebilmek için ortaya konulan bir kavram olduğunu, ileride değişebileceğini öne sürmüşlerdir:

*“İleride bu kavram değişebilir fakat şu an **bu ayrımı yaparken canlıların ortak özelliklerini kullanmışlardır.....**” Ö64*

*“**Yaşama ortamları, beslenme şekilleri, fiziksel özellikleri ve vücut yapıları** canlıların gruplandırılmasındaki kriterlerdir.” Ö62*

Deney 2 grubunun öğrencilerinin sekizinci soruya verdikleri cevaplar bilimin gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara bağlı olması ve bilim insanların bakış açılarının gözlemlerine ve çıkarımlarına etki etmesi görüşleri açısından incelenip zayıf, değişken ve bilgili görüş olarak gruplara ayrılmıştır (Tablo 4.125).

Tablo 4.125. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Biyolojik Türlerin Belirlenmesi Sorusuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	14	%48	<i>“Deneyler yaparak emin olabilirler. Aynı veya farklı türde iki hayvanı çiftleştirip ne kadar verim alındığına bakabilirler.” Ö77</i>
Değişken	7	%24	<i>“Bilimde istisnalar olabilir. Örneğin at ile eşek çiftleşmesi sonucu katır oluşur. Ama bu tür kavramının yanlış olduğunu göstermez. Yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucu genel bir tanımlama yapılır...” Ö61</i>
Bilgili	8	%28	<i>“Tür kavramını canlıları daha iyi inceleyebilmek için kullanmışlardır. Türler çiftleştiklerinde verimli döl veren ve ortak özellik taşıyan olarak tanımlarız. Bu kavramı her canlıyı tek tek incelemek için bulmuşlardır...” Ö70</i>

4.3.5. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Görüşleri

Son test sonrası bir öğrenci hariç kontrol grubu öğrencilerinin tümü (n=28, %97) yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bilim insanlarının araştırmalarında hayal güçlerini kullanmadıklarını düşünen öğrencinin görüşleri aşağıdaki cümlede yer almaktadır.

“Kullanmazlar çünkü bilimde hayal gücüne ve kafada yaratmaya yer yoktur. Bilginin güvenilir olması gerekmektedir.” Ö5

Kontrol grubu öğrencilerinin bilim insanlarının hayal gücünü ve yaratıcılıklarını hangi aşamalarda kullanacaklarına ilişkin cevapları analiz edilerek Tablo 4.126’da sunulmaktadır.

Tablo 4.126. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve tasarım aşamasında kullanılır	11	%38
Her aşamada kullanılır	4	%14
Planlama aşamasında ve veri toplama aşamasından sonra	3	%10
Veri toplama aşamasından sonra	10	%35

11 kontrol grubu öğrencisi (%38) bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarına başvurduklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarına, aşağıda yer verilmektedir:

*“Evet, bilim insanları kesinlikle hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar. **Bilim insanları hayal güçleri ile ilk başta düşünürler**, sonra tasarlarlar, bu şekilde yeni şeyler icat edilmiştir.”* Ö7

*“Yaratıcılık ve hayal güçlerini kullanırlar. **Eğer kullanmazsalar bir şeyleri merak edip onun hakkında bir şeyler düşünüp deney yapmaya kalkmazlar**. Hayal güçlerini kullanıp akıllarına yeni fikirler gelir. Olabileceğine inandığı şeyleri hayal eder ve onların üstünde incelemeler yapar.”* Ö15

Bu gruptan 10 öğrenci (%35) bilim insanlarının veri toplama aşamasından sonra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını söylemiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Evet. Hayal gücü ve yaratıcılık olmadan biliminde olmayacağını düşünüyorum. Çünkü eğer hayal gücü yoksa kendimizi sınırlarız ve bilimde sınırlama yoktur. Olmayan bir şeyi düşünmek ve sorgulamak için hayal gücü gerekir. Hayal gücü **veri toplama aşamasından sonra kullanılır**. Toplanan verilere bakarak ne olabileceğini düşünürsün ve buna göre deney yaparsın”* Ö3

*“Hayal güçleri ve yaratıcılıkları sayesinde bazı şeyleri keşfederler. Deneyler ve incelemeler bunun doğruluğunu kanıtlamak için kullanılır. **Veri toplama aşamasından sonra kullanırlar**. Çünkü ellerindeki verilere hayal güçlerini ve kendi düşüncelerini katarak **bir teori ortaya atarlar**. Başta elde edilen verileri her bilim insanı farklı yorumlayabilir.”* Ö11

Kontrol grubundan 3 öğrenci (%10) bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında ve veri toplama aşamasından sonra hayal gücü ve yaratıcılıklarına belirtmiştir. Öğrencilerin cevapları aşağıda yer almaktadır:

*“Tabii ki de kullanırlar. Deneyler ve incelemeler yapıldıktan sonra her bilim adamı kendi görüşlerini ve hayal güçlerini öne sürer. Bilim adamları savundukları bilgi ilk önce kafalarında canlandırarak başlar. **Buna göre deneyler yaparlar.**”* Ö8

*“**Planlama ve araştırmada, veri topladıktan sonra kullanırlar**. Topladıkları veriler ışığında olabilecek şeyleri hayal gücü ve yaratıcılıklarıyla birleştirebilirler.*

Deneye başlamadan önce yapacakları şeylerle ilgili de hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanabilirler” Ö15

4 kontrol grubu öğrencisi (%14) bilim insanlarının araştırmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını açıklamalarında belirtmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örneklerle aşağıda yer verilmektedir:

*“Bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Bunu **araştırmalarının her safhasında kullanırlar.** Kendine özgü yöntemleri ile bunu kullanırlar. Ve sonuçlara ulaşırlar. Bu yüzden bilim insanları farklı sonuçlara ulaşırlar.” Ö4*

*“Evet vardır. Yapılacak olan deneyler bir bakıma bilim insanının hayal ürünüdür. Bu yaratıcılığı, **plan aşaması ve veri toplama aşaması sonrası diğer safhalara göre daha çok kullanılır.** Örneğin bir insanın bir kavramı tanımlaması için önce her şeyi kendi kafasında açıklaması ve parçaları oturtması gerekir. Şöyle hayal gücü vardır ama bütünüyle değil. Bu düşüncenin bir kanıtı dayanması şarttır.” Ö21*

Ön test sonuçlarında görüldüğü gibi son test sonuçlarından sonra da kontrol grubu öğrencilerinin genel olarak hayal gücü ve yaratıcılığı bir buluş yapmayı hayal etmek veya insanın kafasında yaratması olarak algıladıkları görülmektedir. Buna karşılık olarak son test sonrasında veri toplama aşamasından sonra veriyi değerlendirmek için hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması gereken öğrencilerin olduğu görülmektedir. Kontrol grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası cevapları tematik hale getirilerek, Tablo 4.127’de verilmektedir.

Tablo 4.127. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	18	%62	<i>“Evet, kullanırlar. Planlama aşamasında kendi hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanacaklardır. Bu aşamadan sonra elde edilecek bilgiler araştırmaya bağlı olacaktır. Yani bilim insanının hayal gücünden bağımsızdır...” Ö22</i>
Değişken	7	%24	<i>“Evet vardır. Yapılacak olan deneyler bir bakıma bilim insanının hayal ürünüdür. Bu yaratıcılığı, plan aşaması ve veri toplama aşaması sonrası diğer safhalara göre daha çok kullanılır. Örneğin bir insanın bir kavramı tanımlaması için önce her şeyi kendi kafasında açıklaması ve parçaları oturtması gerekir. Şöyle hayal gücü vardır ama bütünüyle değil. Bu düşüncenin bir kanıtı dayanması şarttır.” Ö21</i>
Bilgili	4	%14	<i>“Bence bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmışlardır. Bir deney ve araştırma sonucu insanların aynı konu hakkında farklı görüşlerde bulunmaları da hayal güçlerinden kaynaklanabilir. Yani yaratıcılık ve hayal gücünün bilimde yeri vardır” Ö1</i>

Deney 1 grubunda uygulama sonrası bir öğrenci dışında öğrencilerinin tümü (n=28, %97) yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bu grupta bilim insanlarının araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanmadıklarını düşünen öğrencinin görüşlerine aşağıda yer verilmiştir:

“İlk cevabım hayır çünkü bu tür düşünceler yanlış verilere ulaşmaya neden olabilir. Ancak hayal gücünü bir şeyleri kafada yaratmak için kullanabilirler.”

Ö32

Deney 1 grubu öğrencilerinin bilim insanlarının hayal gücünü ve yaratıcılıklarını hangi aşamalarda kullandıklarına dair cevapları analiz edilerek Tablo 4.128’de gösterilmektedir.

Tablo 4.128. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve tasarım aşamasında kullanılır	7	%24
Her aşamada kullanılır	13	%45
Planlama ve araştırma safhasında ve sonrasında	3	%10
Veri toplarken (deney yaparken) ve veri toplama aşamasından sonra	5	%17

Deney 1 grubunda 7 öğrenci (%24) bilim insanlarının planlama ve araştırma aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir:

*“Evet, **planlama ve araştırma dizaynının yapılmasında kullanılabilir.** Hayal gücünün bilimde yeri vardır.” Ö36*

*“Evet kullanırlar. Bence bilim insanları yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini **planlama safhasında kullanırlar.** Örneğin Dalton atomu üzümlü keke benzetmiştir. Bu da bize Dalton’un yaratıcılığını ve hayal gücünü kullandığını gösterir. Bence yaratıcılık ve hayal gücünün bilimde yeri vardır.” Ö31*

Bu gruptan 5 öğrenci (%17) bilim insanlarının deney yaparken (veri toplama aşamasında) ve veri toplama aşamasından sonra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını söylemiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

*“Evet, kullanırlar. İncelemelerde, deneylerde yorumlama yaparken hayal güçlerinden yola çıkarlar. **Veri toplama aşamasından sonra kullanırlar.** Yorumlayabilmek için hayal gücü gerekmektedir.” Ö30*

*“Kullanırlar. **Bence veri toplama aşamasından sonra kullanırlar.** Her şeyi topladıktan sonra kafalarında mantıklı bir şekilde kurmaları gerekir. Bilimde yeri vardır” Ö38*

Deney 1 grubundan 3 öğrenci (%10) bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında ve sonrasında hayal gücü ve yaratıcılıklarına belirtmiştir. Öğrencilerin cevapları aşağıda yer almaktadır:

*“Evet bence **%100 kullanırlar ve bunun planlama ve araştırma safhasında kullanıldığını düşünüyorum.** Yaratıcılık ve hayal gücünü daha fazla bir şeyler*

bulmak, doğru olanı kanıtlamak için kullanırlar. Eğer bir şeyler kafada yaratılmasaydı belki zaten şu anda bir mağarada yaşıyor olacaktık. Bu yüzden yaratıcılık ve hayal gücünün yeri olduğunu düşünüyorum.” Ö39

*“Bence kullanırlar ve bunu **hem planlama ve araştırma hem de veri toplama aşamasından sonra yaparlar**. Nasıl bir deney tasarlayacaklarına onlar karar verirler. Sonra da sonuç ve yorum aşamalarında kendi yorumlarını katarlar.” Ö43*

13 deney 1 grubu öğrencisi (%45) bilim insanlarının araştırmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını söylemiştir. Öğrencilerin cevaplarından örneklerle aşağıda yer verilmektedir:

*“Bence bilim insanları hayal güçlerini yapılan araştırmanın **her safhasında kullandığını düşünüyorum** sadece bir evresinde değil çünkü her yorumlamasında kendi hayal gücüyle değerlendirme yapar. Hayal gücü bakış açısını etkiler, bu yüzden de bir bilim adamı hayal gücünü araştırmasının her evresinde kullanır.” Ö41*

*“Evet, kullanırlar. **Bence araştırmanın her aşamasında hayal gücünü kullanırken en fazla dizayn aşamasında kullanırlar**. Bence kesinlikle yaratıcılık ve hayal gücünün bilimde teri vardır. Düşünsenize hayal kavramı olmayan bir insan nasıl bir model tasarlayıp, onu geliştirebilir.” Ö47*

*“Bence kullanırlar, planlama sırasında yaparlar. Çünkü bir şey hayal etmeliler ki onu ispatlama yoluna gitsinler ama **bence her aşamasında da hayal gücünü kullanabilirler**. Bilimde yeri vardır, insanlar bir şey hayal ederek amaç ediniyorlar.” Ö52*

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması kavramını açıklayabilen öğrencilerin sayısında artış görülmektedir. Uygulama öncesi bir öğrenci bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılmasını verileri değerlendirirken veya bir hipotez oluştururken yaratıcı olmak ve hayal gücünü kullanmak olarak açıklarken uygulama sonrası 12 öğrenci (%41) bilimsel araştırmanın bütün basamaklarında yaratıcılığın ve hayal gücünün kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Deney 1 grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası cevapları tematik hale getirilerek, Tablo 4.129’da verilmektedir.

Tablo 4.129. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	7	%24	<i>“Cevabım evet, her ne kadar böyle şeylerden bilim insanının etkilenmemesi gerekse de maalesef etkilenmektedir...” Ö33</i>
Değişken	10	%35	<i>“Bence kullanırlar ve bunu hem planlama ve araştırma hem de veri toplama aşamasından sonra yaparlar. Nasıl bir deney yapacaklarına karar verirler sonra da sonuç ve yorum aşamasında kendi yorumlarını katarlar.” Ö43</i>
Bilgili	12	%41	<i>“Bence bilim insanları hayal güçlerini yapılan araştırmanın her safhasında kullandığını düşünüyorum sadece bir evresinde değil çünkü her yorumlamasında kendi hayal gücüyle değerlendirme yapar. Hayal gücü bakış açısını etkiler, bu yüzden de bir bilim adamı hayal gücünü araştırmasının her evresinde kullanır.” Ö41</i>

Deney 2 grubunun tüm öğrencileri (n=29, %100) yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını ifade etmiştir. Öğrencilerin bilim insanlarının hayal gücünü ve yaratıcılıklarını hangi aşamalarda kullanacaklarına ilişkin cevapları analiz edilerek aşağıda yer alan Tablo 4.130’da gösterilmiştir.

Tablo 4.130. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Planlama ve tasarım aşamasında kullanılır	11	%38
Her aşamada kullanılır	12	%41
Planlama aşamasında ve veri toplama aşamasından sonra	2	%7
Veri toplama aşamasından sonra	2	%7
Veri toplama aşamasında	2	%7

11 deney 2 grubu öğrencisi (%38) bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarına başvurduklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin cevaplarına aşağıda yer verilmektedir:

“Bilim insanları yaratıcılık ve hayal gücü kullanırlar. Deneylere başlamadan önce plan aşamasında hayal gücünü kullanırlar. Hayal ederler nasıl bir sonuca

ulaşacaklarını, mesela Thomson'un üzümlü kek modeli hayal gücünün kullanımı ile oluşmuştur." Ö76

"Evet, kullanırlar. Çünkü aslında **başlangıç safhasında kullanırlar**. Başta acaba böyle bir şey olabilir mi diye başlarlar ve devam ettirirler. Sonra bu düşünceler hakkında deneyler yaparak sonuca ulaşmaya çalışırlar." Ö65

Bu gruptan 2 öğrenci (%3) bilim insanlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarını veri toplama aşamasında, başka 2 öğrenci ise veri toplama aşamasından sonra kullandıklarını söylemiştir. Öğrencilerin cevaplarından örnekler aşağıda yer almaktadır:

"Bilim insanları araştırmalarında **hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanıyorlardır**. Bence bilim insanları hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını, teori ya da hipotez hakkında **deney yaparken kullanıyorlardır**. Bir konu ele alalım. Bu konuyu ispatlamaya çalışacak iki farklı bilim insanının da **yaptıkları deney, kullandıkları malzemeler farklılık gösterebilir**. Bu yaratıcılık ve hayal gücü ile ilgilidir." Ö72

"Bilim insanlarının araştırmalarında **hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullandıklarını düşünüyorum**. Bence veri toplamadan sonraki safhada kullanırlar. Yani **toplanan verileri yorumlamada kullanırlar**. Fakat onların kullandıkları yaratıcılık ve hayal gücü var olan bir veriye bir bakış açısı ile bakmaktır. Tamamen bir şeyleri kafada yaratmak anlamına gelmez. Öyle olsa çalışma bilimsel olmazdı." Ö62

Deney 2 grubundan 2 öğrenci (%7) bilim insanlarının planlama ve tasarım aşamasında ve veri toplama aşamasından sonra hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerin cevapları aşağıda yer almaktadır:

"Hayal gücünü **başlangıç aşaması için önemli buluyorum**. Bir hipotezi kurmak, sonra onu ispatlamak için ne yapacağını düşünmek planlamak için hayal gücü gereklidir. Bence **en çok veri toplama aşamasından sonra da kullanılır**, veriler **incelenir ve üzerine düşünülürken yaratıcılık devreye girer**. Örneğin, evrenin nasıl oluştuğuna dair birtakım hipotezler var. Evrenin genişlemesi vb. gibi olaylar hayal gücü ile 'Büyük Patlama' hipotezini oluşturmuştur." Ö70

"Bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar. Bilim insanlarının **yaratıcılık ve hayal güçlerini planlama ve araştırma safhasında ve veri toplama aşamasından sonra kullanılır**. Bir sonuca ulaşmak

için ne yaparsam o sonuca ulaşırım, eğer böyleyse sonuçta budur diyerek düşüncelerinde, gözlenemeyen şeylerde varmış oldukları sonuçları kafalarında tasarlayıp model oluşturmalarında hayal güçlerine ve yaratıcılıklarına ihtiyaç duyarlar.” Ö75

12 deney 2 grubu öğrencisi (%41) bilim insanlarının araştırmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını belirtmiştir. Öğrencilerin cevaplarından örneklerle aşağıda yer verilmektedir:

*“Evet kullanırlar. Bilim insanları hayal güçlerini **araştırmanın tüm safhalarında kullanırlar**. Örneğin Edison sürekli ampul bulmayı hayal etmeseydi ampulü bulamayabilirdi. **Yaratıcılık ve hayal gücünün bilimde yeri vardır**. Çünkü **bilim bu sayede gelişir**. İnsanlar sürekli hayal kurarlar ve bunu gerçekleştirmek için uğraşır. Bu sayede bilim sürekli değişir.” Ö67*

*“Bence bilim insanları **araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar**. Bilim insanları olayları farklı yorumlayabilirler. **Bu durumun nedenlerinden biri de hayal gücüdür**. Ayrıca toplum yapısı, çevresel faktörler ve inanışlar da etkilidir farklı yorumlamalarda. Bilim insanları **hayal güçlerinden çıkarımlarda bulunurken yararlanırlar**. Örneğin Dalton atom modeli, Lewis nokta yapısı bilim insanlarının daha somutlaştırma isteğinden ortaya çıkmıştır... ” Ö61*

*“Bilim insanları bence **hayal güçlerini kullanırlar**. **Bunu araştırmanın her safhasında kullanabilirler** aslında verileri topladıktan sonra yaratıcılıklarıyla elde ettikleri sonucun aynı deneyi yapan biriyle farklı olmasını bile sağlar. Hayal gücü ile yapacağı araştırmanın nasıl olacağı, planlaması bilim insanları için daha faydalı bence. Ayrıca sadece hayal etmenin bile bilimsel gelişmeye etkisi olduğunu düşünüyorum, örneğin Jules Vern'nin deniz altını yaratıcılığı ve hayal gücü ile betimlemesi bilim insanlarına da örnek olmuş ...” Ö84*

Uygulama sonrası deney 2 grubu öğrencilerinden de bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması kavramını açıklayabilen öğrencilerin sayısında artış görülmektedir. Uygulama öncesi bu grupta bilimde yaratıcılığın ve hayal gücünün kullanılması ile ilgili yeterli bir görüşe rastlanmazken uygulama sonrası 12 öğrenci (%41) bilimsel araştırmanın bütün basamaklarında yaratıcılığın ve hayal gücünün kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Deney 2 grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası cevapları tematik hale getirilerek, Tablo 4.131’de verilmektedir.

Tablo 4.131. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Yaratıcılık ve Hayal Gücüne Dayalı Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	9	%31	<i>“Evet kullanırlar. Çünkü aslında baş safhasında kullanırlar. Başta acaba böyle bir şey olabilir mi diye başlarlar ve devam ettirirler. Sonra bu düşünceler hakkında deneyler yaparak sonuca ulaşmaya çalışırlar.” Ö65</i>
Değişken	8	%28	<i>“Hayal gücünü başlangıç aşaması için önemli buluyorum. Bir hipotezi kurmak, sonra onu ispatlamak için ne yapacağını düşünmek planlamak için hayal gücü gereklidir. Bence en çok veri toplama aşamasından sonra da kullanılır, veriler incelenir ve üzerine düşünülürken yaratıcılık devreye girer...” Ö70</i>
Bilgili	12	%41	<i>“...Bence bilim insanları hayal gücü ve yaratıcılıklarını araştırmalarının her safhasında kullanırlar. Planlama ve araştırma dizaynının yapılmasında; nasıl bir planlamanın daha iyi olacağı hakkında yaratıcılıklarını kullanırlar. Veri toplama ve veri toplama aşamasından sonra da nasıl veri toplanmalı, ne yapmalı, nasıl yapmalı aşamasında yine hayal gücü ve yaratıcılıktan faydalanılır. Yaratıcılık ve hayal gücünün bir şeyi hayal etmekten çok kararlaştırmak ve çıkarımda bulunmak anlamlarında bilimde vardır.” Ö79</i>

4.3.6. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Görüşleri

VNOS-C ölçeğinde yer alan onuncu soruda, bilim insanlarının dinozorların yok oluşlarını açıklamak için aynı verilere bakarak farklı hipotezler geliştirmelerinin nasıl mümkün olduğu sorulmuştur. Bu sorunun eşliğinde öğrencilerin bilimsel bilginin teori yüklü doğası, bilim insanının öznelliğine dair görüşleri, mesleki ve teorik adanmışlıkları, inanışları, aldıkları eğitim, deneyimlerinin bilim insanlarının çalışmalarını etkilemesine dair görüşleri incelenmiştir. Kontrol grubu öğrencilerinin soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.132 ve 4.133’te verilmektedir.

Tablo 4.132. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının farklı hayal gücü ve yaratıcılıklarının olması	3	%10
Dinozorların yok oluşları ile ilgili kesin/yeterli bilginin olmaması	10	%35
Kanıtlar farklı olabilir	5	%17
Bilim insanları farklı yorumlamışlardır	5	%17
Bilim insanları farklı araştırma teknikleri kullanmışlardır	6	%21

Kontrol grubu öğrencilerinin %35'i dinozorların yok oluşları geçmişte olduğu için konu ile ilgili kesin, yeterli bilgi olmadığından bilim insanlarının dinozorların yok oluşlarını açıklamak için farklı hipotezlere başvurdıklarını ifade etmiştir. Öğrencilerden bazılarının yeterli kanıt bulunmadığı için bilim insanlarının hayal güçlerini kullandıklarını düşündükleri görülmektedir. Bu görüşe sahip öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir:

“İkisinin de kesinliği yoktur. Bu yüzden farklı hayal gücü ve yaratıcılıklarıyla iki farklı fikir bulup mantıklarına uygun iki görüşü savunup bunu kanıtlamaya çalışıyorlar.” Ö12

“O zamana dair hiçbir kesin yargı yoktur sadece bugüne ulaşan birtakım fosiller ve kalıntılarla ele alınan verilerden olabilecek şeyleri değerlendirmişlerdir. Bir hipotezin kabul görmesi için daha mantıklı ve kabul görür verilerle çoğu insan tarafından kabul görmesi gerekir.” Ö16

“O günün şartları ele alınırsa bu iki sonuca ulaşılması normaldir. Fakat hangisinin doğru olduğunu ispatlamak oldukça zordur. Çok derin veriler elde etmek ve çok detaylı araştırmalar yapmak gerekir.” Ö22

Bu gruptan 5 öğrenci (%17) bilim insanlarının dinozorların yok oluşları ile farklı kanıtları olması nedeni ile farklı görüşlere sahip olduklarını ifade edilmiştir. Öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“İkisi de gerçeğe dayanan ve yüksek ihtimalle doğru olabilecek olasılıklar ancak yeni bilgiler ışığında bu hipotezler çürütülebilir. İki grupta birbirinin hipotezlerinin doğru olmadığını gösterecek bilgilere sahip olabilir.” Ö5

“Bundan 65 milyon yıl önce olan bir olayın nasıl olduğunu anlamak zordur. Ne bir bilgi ne de bir kanıt vardır. Bilim insanları fosiller ya da başka bilgiler bularak hipotezlerini öne sürerler. Herkesin bulduğu bilgi farklıdır. Bunun sonucunda oluşan hipotezler de farklı oluyor.” Ö8

Bu gruptan altı öğrenci (%21) bilim insanlarının farklı araştırma tekniklerini kullanmış olabileceklerini, bu yüzden dinozorların yok oluşları ile ilgili farklı sonuçlara varmış olabileceklerini belirtmiştir. Bu öğrencilerin yanıtlarından alıntılar aşağıdadır:

“Farklı farklı araştırma teknikleri uygulamış olabilirler. Bu nedenle farklı sonuçlara ulaşmışlardır. Fakat her ikisinin de doğruluğu kanıtlanabilir.” Ö13

“Değişik araştırma biçimleri uygulamış olabilirler. Bu yüzden farklı fikirlere sahipler.” Ö18

“Farklı yerlerde, farklı şartlarda deney yapmış olabilirler. Hipotez zaten kesin olmayan yargılardır. Bunları söylemek için bazı deneyler yapmışlar ama farklı gözlemlemiş olup fikir ayrılığına sebep vermiştir.” Ö15

Kontrol grubundan 5 öğrenci (%17) bilim insanlarının verileri farklı yorumları nedeni ile dinozorların yok oluşları ile ilgili farklı sonuçların ortaya çıktığını aşağıdaki örnek cümlelerle ifade etmiştir:

*“Her insanın bir olaya **bakış açısı**, o olay hakkında **görüşü farklıdır**. Aynı veriler olsa da **yorumlama farklı olduğu** için farklı sonuçlara ulaşılması olağandır.” Ö4*

*“İkisinin de sonucunda şiddetli bir olay olmuş, ama bu bilim insanlarının farklı sonucunun **nedeni verilerden farklı sonuçlar çıkarmalarıdır**.” Ö10*

Bu gruptan 3 öğrenci (%10) bilim insanlarının farklı hayal güçleri ve yaratıcılıkları ölçüsünde farklı sonuçlara vardıklarını belirtmiştir. Aşağıda öğrencilerin yanıtlarından alıntılar yer almaktadır:

*“Bu iki gruptaki insanların farklı düşüncelere sahip olmalarının nedeni insanların **hayal güçlerinin ve yaratıcılıklarının farklı olmasıdır**.” Ö1*

*“İki değişik şekilde de yok olma ihtimalleri vardır ve **bilim insanları farklı düşünerek ve hayal gücünü kullanarak farklı sonuçlara ulaşmışlardır**.” Ö17*

Bu grubun bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna dair öğrencilerin açıklamaları incelendiğinde yeterli kanıt olmadığını, geçmişe yönelik bir değerlendirme olduğu için kesin kanıtlara ulaşamadığını ifade eden öğrencilerin görüşleri yetersiz kabul edilirken, bilim insanlarının farklı açıklamalarını farklı eğitimleri ve tecrübeleri ile ilişkilendiren ve farklı insanlar oldukları için farklı hayal gücüne sahip olmalarını, farklı bakış açısına sahip olmalarından kaynaklandığını söyleyen öğrenciler ise bilgili görüşe dahil edilmiştir. Bilim insanlarının farklı eğitimleri doğrultusunda farklı görüşlere sahip olduğunu belirtirken bir yandan da üzerinde konuşulan durumun geçmişe ait olması nedeni ile kesin bir bilgi edinilemeyeceğini düşünen öğrenciler değişken görüşlü kabul edilmiştir. Kontrol Grubunun bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası sonuçları, Tablo 4.133’te yer almaktadır.

Tablo 4.133. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	16	%55	<i>“Bana birinci hipotez biraz doğa üstü geldi. Yani öyle bir çarpışma olabilirdi fakat bence bu sefer de biz olmazdık. İkinci hipotez daha mantıklı geldi. Dünya’nın ilk oluşum yıllarında bu tür volkanik patlamalar yaşanmış olabilir. Bazı bilim adamları benim gibi düşünür, bazıları da tam tersini, bu da değişik sonuçlara ulaşmamıza neden olur.”</i> Ö19
Değişken	5	%17	<i>“İki farklı grupta olayları farklı yorumlamış ya da farklı düşünmüş olabilirler. Uzmanlık alanları farklı olabilir. Yani kendi dallarına göre yorumladıklarında farklı sonuçlara ulaşmışlar. Sonuçta kesin bir bilgi olmadığından böyle değişik yorumların ortaya çıkması normaldir”</i> Ö3
Bilgili	8	%28	<i>“İkisi de bunu başka bir konuya bağlamış, farklı düşünmemişlerdir. Olaya farklı bakış açılarıyla yaklaşmışlardır. Alanları farklı olabilir.”</i> Ö20

Deney 1 grubu öğrencilerinin 10. soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.134 ve 4.135’de verilmektedir.

Tablo 4.134. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının eğitimlerinin, yaşadıkları çevrenin, inançlarının ve hayal güçlerinin farklı olması	16	%55
Bakış açılarının farklı olması/farklı yorumlamaları	9	%31
Farklı bulguların olması/yeterli kanıt olmaması	4	%14

Deney 1 grubu öğrencilerinin %55’i (n=16) bilim insanlarının düşünce yapıları, aldıkları eğitim, yaşadıkları çevre, inançları ve hayal güçleri doğrultusunda farklı görüşlere sahip olabileceklerini, verileri farklı değerlendirebileceklerini belirtmiştir. Bu görüşe sahip öğrencilerin cevaplarına aşağıda yer verilmektedir:

“Farklı sonuçlara ulaşması normaldir. Çünkü insanların yaşadığı coğrafya, kültür ve eğitimi farklı olduğu için yorumlama biçimleri de farklı olabilir.” Ö36

“Bence hayal güçleri ve aldıkları eğitim sonucu değişik sonuçlara ulaşmaları normaldir.” Ö31

“Tamamen doğal bir şey olarak değerlendiriyorum. Bilim insanlarının gördükleri eğitim, sosyal hayat, siyasi düşüncelerine ve inandıkları dine göre farklı

düşüncelere varabilirler. Bu durum bilim insanlarının **farklı değerlendirmelerinin** nedenini açıklamaktadır.” Ö39

“Herkesin **yaşamı, hayal gücü, olaylara bakış açısı, yaşadıkları** birbirinden farklıdır. Bu yüzden farklı sonuçlara varmaları gayet doğal.” Ö57

“**Yaratıcılık, düşünce yapısı, eğitim ve yaşadıkları sosyal ortam** bu sonuçlarda etkilidir.” Ö51

Bu gruptaki 9 öğrenci (%31) bilim insanlarının bakış açılarının farklı olması ve verileri farklı yorumlamalarından dolayı farklı sonuçlara vardıklarını belirtmiştir. Bu öğrencilerin yanıtlarından alıntılar aşağıdadır:

“İki grupta farklı ihtimalleri göz önünde bulundurmuştur. Bilimde bu doğal bir durumdur. Herhangi bir olayda aynı verilere **her bilim insanı aynı yorumu yapmaz**” Ö38

“Olaylara **bakış açılarının farklı** olmasından ve **ellerindeki kanıtları farklı değerlendirmelerinden** dolayı farklı sonuçlara ulaşmışlardır.” Ö37

“Her bilim insanının **hayal gücü, o olayı yorumlaması birbirinden farklıdır**. Aynı şeylere baksalar bile **farklı görüp, yorumlarlar**. Neticede iki farklı insandır. Tıpatıp aynı şeyi düşünmeleri mümkün değildir.” Ö41

Deney 1 grubundan 4 öğrenci (%14), dinazorların yok oluşları ile ilgili farklı bulgular olabileceğini, kesin ya da yeterli kanıtın olmamasının farklı görüşlere yol açabileceğini ifade etmiştir. Öğrencilerden biri bir belgeselde seyrettiği dinazorların yok oluşu ile ilgili farklı bir senaryodan bahsederken başka bir öğrenci soruda verilen senaryolardan hangisini daha inandırıcı bulduğunu açıklamıştır. Öğrencilerin bu konu ile ilgili görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Çünkü geçmişe dair elimizde **kesin bir kanıt yoktur**. Bilim adamlarının da düşünceleri farklıdır. Geçmişte dünyaya çok fazla meteor çarpmıştır ve çok fazla büyük ve şiddetli volkanik patlama olmuştur. Bu yüzden değişebilir.” Ö45

“**Birinci bilgi ikinci bilgidен daha kanıtlanabilir** olsa da **bir belgeselde şöyle bahsediyordu** ölümcül bir hastalık oluştu ot yiyen dinozorlarda sonra etçil dinozorlar bunları yedi ve onlara bulaştı ya da bazıları buna bağışıklık gösterdi fakat onlar da açlıktan öldü ve sonunda dinozor nesli tükendi.” Ö68

Uygulama sonrası deney 1 grubunda bilgili görüşe sahip olan öğrencilerin oranında ciddi bir artış gözükmemektedir. Bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı 2’den (%7) 24’e (%83) çıkmıştır. Deney 1 Grubunun bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası sonuçları, Tablo 4.135’te yer almaktadır.

Tablo 4.135. 2. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	4	%14	“Çünkü geçmişe dair elimizde kesin kanıt yoktur. Bilim insanlarının da düşünceleri farklıdır. Geçmişte dünyaya çok fazla meteor çarpmıştır ve çok fazla büyük ve şiddetli volkanik patlamalar olmuştur. Bu yüzden değişebilir.” Ö45
Değişken	1	%3	“Çıkan sonuçların ikisi de o dönemde yaşanmış olabilir, hem meteor hem de volkanik patlamalar yaşanmış olabilir. Fakat dinazorların neden öldüğü kesinleşmemiş bir bilgi ise farklı bilim insanları farklı yorumlar sonucu farklı sonuçlara varabilirler.” Ö43
Bilgili	24	%83	“Yaşadıkları çevre, hayal gücü, aile, din ve eğitimleri farklı sonuçlara çıkmalarını sağlamıştır. Yani bilim insanları aynı teoriyi araştırırsa bile farklı sonuçlara ulaşabilir.” Ö34

Deney 2 grubu öğrencilerinin aynı soruya ilişkin cevapları analizi edilerek Tablo 4.136 ve 4.137’de verilmektedir.

Tablo 4.136. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğasına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilim insanlarının eğitimlerinin, yaşadıkları çevrenin, çalışma alanları ve hayal güçlerinin farklı olması	15	%52
Bilim insanlarının farklı özellikleri, öznellikleri, farklı yorumlama	7	%24
Bulguların farklı olması	3	%10
Yeterli verinin olmaması	4	%14

Bu soru ile ilgili olarak Deney 2 grubu öğrencilerinin %52’si (n=15) bilim insanlarının eğitimlerinin, bilgi birikimlerinin, yaşadıkları çevrenin, çalışma alanlarının ve hayal güçlerinin farklı olması nedeni ile aynı verilere bakarak farklı sonuçlara varabileceklerini ifade etmiştir. Öğrenciler bilim insanlarının uzmanlık alanlarının ve çalıştıkları konuların da karar vermelerinde önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmektedir:

“Aynı verilere sahip iki farklı bilim insan grubunun değişik sonuçlara varmalarının sebebi **bakış açılarının, bilgi birikimlerinin ve bilim alanlarının farklı olmasıdır.**” Ö60

“Bu durum her **insanın düşüncesinin farklı olduğunun bir göstergesidir.** Her insan **farklı kültürlerde büyümüş, farklı sosyal hayatlara ve farklı düşüncelere sahip olmuşlardır.** Aynı verilere bakarak farklı sonuçlara ulaşmaları bence garip değildir.” Ö63

“Dinozorların neden yok olduğuna dair hipotezler ve düşünceler var ama kesinlik yok. Bu durumda **coğrafya ve arkeoloji ile bazı fikirler elde edebiliriz.** Dünyanın geçirdiği süreçler de düşünülebilir. Bir bilim adamı özellikle volkanlar ile ilgileniyorsa volkan hipotezine daha yakın olabilir ya da **bu konuda daha çok araştırma yapıyor olabilir.** Bunun dışında hayal gücü de önemlidir.” Ö70

“Her bilim insanının olaylara **bakış açıları aynı değildir.** Bilim insanlarının yaşadıkları çevre, aile yapısı gibi dış etmenler o insanların **bakış açılarını önemli ölçüde değiştirebilir.**” Ö72

“Çünkü verileri farklı yorumlamışlardır. Bilimsel verileri yorumlarken bilim insanları **çevrelerinden etkilenirler.** Hayatları, ilgilendikleri şeyler bilim adamları arasında **farklılık gösterdiği gibi verileri yorumlarken de farklılık gösterebilir...**” Ö85

Deney 2 grubundan 7 öğrenci (%24), bilim insanlarının farklı özellikleri olması, bilimsel bilginin özneliği nedeni ile aynı verinin farklı yorumlanabileceğini ifade etmiştir ve görüşlerini aşağıdaki gibi belirtmiştir:

“Bence bu durum **bilimin doğası için çok normaldir.** Çünkü bazı durumlarda **bilim insanları olaylar karşısında farklı çıkarımlarda bulunabiliyor.** Buna neden olan etmen **her bilim insanının farklı özelliklere sahip olmasıdır.** Bilim insanları istemeden de olsa **çıkarımlarda bulunurken öznel düşüncelerinden etkilenir.** Bu nedenle bütün bilim insanlarının düşüncelerinin aynı olması beklenemez.” Ö61

“Bilim insanları her ne kadar verileri yorumlamada tarafsız olmaya çalışsalar da **tamamen tarafsız kalamazlar.** Bundan dolayı her bilim insanı **aynı olayda farklı görüşlere sahip olabilirler.** Bir grup bilim insanının farklı, diğer grubun farklı görüşlere sahip olması da bu yüzdendir” Ö62

“Bakış açısı her şeyi değiştirebilir. İki grubunda elinde aynı veriler olmasına rağmen birbirlerinin gördükleri şeyleri göremeyebilirler veya farklı yorumlayabilirler.” Ö77

Bu gruptan 3 öğrenci (%10) bulguların farklı olması nedeni ile bilim insanlarının farklı sonuçlara ulaşmış olabileceklerini söylemiş ve düşüncelerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

“Bu konuda iki farklı yorumun olmasının nedeni bu konuda kesin bir sonuç bulunamamasıdır. İnsanlar buldukları bulgular sayesinde kendilerine göre bulguları değerlendirmiş ve ortaya bu iki teori çıkmıştır.” Ö65

“Bilim insanlarının farklı bulguları farklı şekilde değerlendirmesi sonucu oluşmuştur. Bir grup bilim adamı meteor çarpması, başka bir grubun da volkan patlamaları sonucu dinazorların yok olduğunu savunmuştur.” Ö82

Deney 2 grubundan 4 öğrenci (%14) verilerin yetersiz olması nedeni ile bilim insanlarının farklı sonuçlara vardıklarını aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

“Bilim adamlarının ellerinde yeterli bilgiler olmadığı için o döneme ait durumları, olayları, olabilecekleri tahmin ederek o dönem hakkında yorum yapmışlardır.” Ö80

“Dinazorların neslinin tükenişi çok eski tarihe dayandığı için yeterli veri yoktur. Bundan dolayı bilim adamları kısıtlı veri ile en mantıklı açıklamayı yapmaya çalışırlar. Kısıtlı verilerle bilim insanlarının farklı görüşlere destek vermesine neden olur.” Ö87

Öğrencilerin cevapları incelediğinde uygulama sonrası öğrencilerin %76'sının bilimsel bilginin teori yüklü doğası ve bilim insanının öznelliğine dair görüşlerinin oluştuğunu, açıklamalarında bu kavramları kullandıkları görülmektedir. Bilimsel bilginin teori yüklü doğası boyutuna ilişkin Deney 2 grubunun uygulama sonrası sonuçları, Tablo 4.137'de yer almaktadır.

Tablo 4.137. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Teori Yüklü Doğası Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	4	%14	<i>“Bilim adamlarının ellerinde yeterli bilgiler olmadığı için o döneme ait durumları, olayları, olabilecekleri tahmin ederek o dönem hakkında yorum yapmışlardır.” Ö80</i>
Değişken	3	%10	<i>“Bu olaylar 65 milyon yıl önce olduğu için kesin bir yargıya varılamaz. Dolayısıyla sadece verilerden yararlanılabilir. Aynı verilere bakıp da farklı sonuçlar elde edip, farklı çıkarımlar yapmaları doğal.” Ö79</i>
Bilgili	22	%76	<i>“Her bilim adamının olaylara bakış açısı, yaptıkları yorumlar onların düşünce yapılarına göre farklı olabilir. Bu nedenle aynı olay hakkında elde edilen iki bulgudan biri, bazı bilim adamlarına göre daha mantıklı gelebilir. Ya da bilim insanının yaptığı araştırmalardan elde ettiği bulgulara daha yakındır...” Ö71</i>

4.3.7. Öğrencilerin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Görüşleri

Ölçekte yer alan son soruda kontrol, deney 1 ve deney 2 grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin ve bilimin üretildiği toplumun sosyal ve kültürel değerleri yansıtır yansıtmadığı ya da evrensel olduğuna dair görüşleri incelenmiştir. Kontrol Grubu öğrencilerin son test sonrası görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.138’de verilmektedir.

Tablo 4.138. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir	16	%56
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	9	%31
Bilim dalına göre değişir	1	%3
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	1	%3
Az da olsa etkilenmiştir	2	%7

Ön test sonucunda olduğu gibi son test sonuçları da kontrol grubu öğrencilerinin %56’sı (16 öğrenci), bilimin evrensel olduğunu düşündüğünü göstermektedir. Öğrenciler düşüncelerini desteklemek için bilimin bulunduğu ortamdan veya kültürden etkilenmeyeceğini, kanıtlanabilir olduğu, çevre baskısı olsa bile gerçeklere ulaşılacağını, sosyal olayların ve kültürel gelişmelerin bilimin gelişmesini engelleyecek faktörler olabileceğini, her yerde aynı gözlemin yapılabileceğini öne sürmüşlerdir. Öğrencileri cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

*“Bence bilim **evrenseldir**. Yani her yerde aynıdır. Bilim insanları yaşadıkları çevreden etkilenseler bile gerçeklerden çok büyük sapma olmaz. Bilim insanlarının yaşadıkları çevre baskısı ne kadar olsa da gerçek bilgilere ulaşırlar. Bilim hiçbir zaman değişmez. Eski zamanlarda kiliselerin baskısından bilim adamları doğru buldukları bilgileri herkese duyuramamışlardır bu yüzden ilerleme olmamıştır. Ama her şeye rağmen gerçeğe ulaşmışlardır...”* Ö3

*“Bence **bilim evrenseldir**. Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmez. Bilim evrenseldir, bilim politikalardan etkilenmez.”* Ö7

*“Bilim evrenseldir. **Çünkü ortaya çıkacak sonuçlar tüm insanlığı etkiler**. Bu nedenle **bilim insanı kendi sosyal ve kültürel yaşamından etkilenirse o sonuç tarafsız olmaz**.”* Ö13

“Bilim evrenseldir. Örneğin her yerde aynı şekilde gözlenen bir olay sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmiş sayılmaz.” Ö9

Bu gruptan 1 öğrenci (%3) bilimin hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini hem de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencinin yanıtı aşağıda almaktadır:

*“Aslında **bilim evrenseldir**. Yani herkes tarafından kabul edilir. Ama hiçbir şeyden etkilenmediği de pek söylenemez. Ne kadar **bütün insanlar tarafından kabul edilse bile sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebilir**.”* Ö10

Kontrol grubundan aynı öğrenci (%3) ön testte olduğu gibi bilimin evrensel olduğunu ama bazı bilim dallarının doğaları gereği sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini aşağıdaki cümlede belirtmiştir:

*“Bilim evrensel olmalıdır. **Ama bazı bilim dalları bu durumdan etkilenir**. Mesela felsefe kültürden etkilenirken, fizik, kimya etkilenmez.”* Ö17

2 kontrol grubu öğrencisi (%7) az da olsa bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini belirtmiştir. Öğrencilerin cevapları aşağıda yer almaktadır:

*“Bence az da olsa etkilenmiştir. **Çünkü bu araştırmaları yapan insanlar belirli bir dine sahip, onların da politik görüşleri var**. Yani bunlardan etkilenmemek imkansızdır.”* Ö1

“Bilim inanılış bakımından evrenseldir. Ancak her bilim insanının yaşadığı bir ülke, inandığı kabul ettiği bir din, çevresi, ailesi akrabaları ve politik bir görüşü

vardır. Bence bilim insanları az da olsa bu değerlerden etkilenmektedirler. Her bilim insanı bu deneyleri farklı amaçlar doğrultusunda gerçekleştirmektedir.” Ö11

Kontrol grubundan 9 öğrenci (%31) bilim insanının yaşadığı ortamın koşullarından, çevresinden, sosyal, siyasi, ekonomik, kültürel şartlardan etkileneceğini belirtmiştir. Öğrenciler görüşlerini aşağıdaki cümlelerle ifade etmişlerdir:

“Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir çünkü insanlar ister istemez sürekli içinde bulunduğu toplumda öğrendiği şeyleri işine yansıtabilir.” Ö19

“Bence bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. Yaşadıkları toplum, düşünce sistemlerini etkiler. Bu yüzden farklı düşünebilir farklı verilere ulaşabilirler.” Ö20

“Bilim evrenseldir evet ancak bilim insanlarının kendi inançlarından ve sosyokültürel değerlerinden etkilendiğini savunuyorum. Yani Müslümanlar bir dönem çok ilerlemiş olmalarına rağmen kendi dinlerinin belirlediği çizgiden çıkamamışlardır.” Ö21

“Bence bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir. En kolay örneği; birçok İslam ülkesinin evrimi kabul etmeyip o konu hakkında araştırmalar ve incelemeler yapmaz.” Ö25

Son test sonuçları kontrol grubunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapıdan etkilenebileceğini düşünen öğrencilerin sayısında artış olduğunu göstermektedir (%7 den %31’e yükselmiştir). Tablo 4.139’da bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı bileşenine ait zayıf, değişken ve bilgili temalarından örnekler yer almaktadır.

Tablo 4.139. Kontrol Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	17	%59	<i>“Bence bilim evrenseldir ve başka kültürlerden etkilenmemelidir. Bilim herkes tarafından aynı şekilde bilinir. Mesela atom, molekül, element, Newton Kanunu gibi.” Ö24</i>
Değişken	3	%10	<i>“Bence az da olsa etkilenmiştir. Çünkü bu araştırmaları yapan insanlar belirli bir dine sahip, onların da politik görüşleri var. Yani bunlardan etkilenmemek imkansızdır.” Ö1</i>
Bilgili	9	%31	<i>“Bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmemesi kaçınılmazdır. Çünkü sosyal ve kültürel değerle bilim insanının bilgilerini, araştırma yöntemlerini hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını etkiler.” Ö22</i>

Deney 1 Grubu öğrencilerin uygulama sonrası bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısına dair görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.140’da verilmektedir.

Tablo 4.140. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir.	2	%7
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	23	%80
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	1	%3
Etkilenmemesi gerektiğini düşünüyorum	3	%10

Uygulama sonrası Deney 1 grubundan sadece 2 öğrenci (%7) bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Bu iki öğrenci bilimde kanıtların ve deneylerin önemli olduğunu ifade etmiş, bilimsel kanunların her yerde aynı olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar aşağıda yer almaktadır:

*“Bence bilim **evrenseldir**. Çünkü bilimde kanıt, olgu, deneyler, ispatlar önemlidir. Kültürel ve sosyal yaşantılar ise evrensel değildir. **Bilim kanıtlara ihtiyaç duyar.**”*
Ö40

*“Bilimin **evrenseldir**. Kanunlar dünyanın her yerinde aynıdır. **Periyodik cetvel her yerde aynıdır**. Bilim insandan insana değişebilir fakat bilimin uygulamaları evrenseldir.”* Ö57

Uygulama sonrası bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini savunan öğrencilerin sayısının %17’den (n=5) %80’e (n=23) çıktığı görülmektedir. Öğrenciler insanların düşünce yapılarının yaşadıkları toplumdan, içinde bulundukları çevreden etkilendiklerini belirtmiş, dinin ve ailenin yaşama biçimini ve düşünce yapısını şekillendirdiğini, farklı yorumlamalarına yol açtığını ifade etmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden alıntılara aşağıda yer verilmektedir.

*“Bence **etkilenir**. Onu yorumlayacak olan bilim insanının **inandığı şeylere, kültürüne göre yorumlar**. Çevresi yorumlanmasını etkiler. Bu da bilimin bazı değerlerden etkilendiğini gösterir.”* Ö30

*“İnsanlar sosyo- kültürel açıdan düşünce biçimi örneğin gelenek gibi yaşadığı olaylar, yetiştirilme biçiminden dolayı **farklı yorumlara ve farklı sonuçlara ulaşırlar**. Bu yüzden aynı verilere sahip bilim adamları farklı sonuçlara ulaşırlar.”*
Ö35

*“Bilim sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir çünkü **bilimi yapanlar ve gelişmesini sağlayan robotlar değil, bizim gibi insanlardır ve insanlar da bulundukları ortamdaki kesinlikle etkilenirler.**” Ö37*

*“Bilim **sosyo-kültürel değerlerden etkilenir** çünkü Galileo dünyanın yuvarlak olduğunu söylediğinde halk ona inanmadı bizim dinimizde böyle şeyler yok diyerek onu idama mahkûm ettiler. **Din, insanın yaşayış biçimini etkiler.** Bunlarda kültürel değerleri ortaya koyar.” Ö48*

*“Bilim **sosyo-kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum.** Sonuçta siz biriyle aynı yerde okumuş, aynı eğitimi görmüş olsanız bile geçmişiniz, aileniz, yetiştirilme tarzınız farklı olduğundan bir konu ile ilgili görüşleriniz doğal olarak farklı olur.” Ö47*

Bu grupta 1 öğrenci (%3) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini ama yine de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencinin cevabı aşağıda yer almaktadır.

*“**Etkilenir, fakat yine de bilim evrenseldir.** Çünkü yaratıcılık aşamasında etkilidir.” Ö51*

Deney 1 grubunda 3 öğrenci bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini fakat etkilenmemesi gerektiğini düşündüklerini söylemiştir.

*“**Maalesef etkilenir aslında böyle şeylerin etkilenmemesi bilimin evrensel olması gerektiğine inanıyorum** ama etkilenirler ve bulunan sonuçlar görüş farklılıkları hep bundan kaynaklanır.” Ö33*

*“**Bilimin evrensel olması gerekir.** Ancak çoğu bilim insanı doğdukları yerlerden, **sosyo-kültürel yapıdan etkilendikleri için karar vermede tarafsız olamazlar.** Örneğin bulduğu bir şeyin inandığı bir şeye ters düştüğünü görünce buna tarafsız bakamaz. Bu tür şeyler yıllarca bilimde gerçeğe ulaşmamızı engellemiştir...” Ö55*

Uygulama sonrası bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmesi ile ilgili bilgili görüşe sahip öğrenci sayısında artış görülmektedir. Uygulamadan önce 3 öğrenci bilimin bu değerlerden etkileneceğini söylerken uygulama sonrası bunu ifade eden öğrenci sayısının 21’e çıkmıştır. Deney 1 grubu öğrencilerinin bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası boyutuna ilişkin uygulama sonrası cevapları tematik hale getirilerek, Tablo 4.141’de verilmektedir.

Tablo 4.141. Deney 1 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	5	%17	<i>“Bilim evrenseldir. Kanunlar dünyanın her yerinde aynıdır. Periyodik cetvel her yerde aynıdır. Bilim insandan insana değişebilir fakat bilimin uygulamaları evrenseldir.” Ö56</i>
Değişken	3	%10	<i>“Etkilenir fakat yine de bilim evrenseldir. Çünkü yaratıcılık aşamasında etkilenir.” Ö51</i>
Bilgili	21	%72	<i>“Bilim insanları sosyal ve kültürel değerlerden etkilenirler. İki tane farklı milletten insan düşünelim. Bu insanların gelenek ve görenekleri, sosyo- kültürel yapısı ve dinleri farklı olabilir. Bu farklılık o iki insanın düşünce ve davranışlarını da yansıtır. Bu iki insanın bilim insanı olduğunu düşünürsek onların da bu değerlerden etkilendiğini söyleyebiliriz.” Ö53</i>

Deney 2 Grubu öğrencilerin uygulama sonrası bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısına dair görüşleri analiz edilip, sonuçlar Tablo 4.142’de verilmektedir.

Tablo 4.142. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısına İlişkin Cevaplarına Ait Frekans ve Yüzde Tablosu

Kategoriler	Frekans	Yüzde
Bilimin evrenseldir	4	%14
Sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir	21	%72
Hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir ve hem de evrenseldir	4	%14

Deney 2 grubundan 4 öğrenci (%14) bilimin evrensel olduğunu, aynı kuralların geçerli olduğunu, sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmediğini savunmaktadır. Öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde; bilimin sayısal verilere dayandığını, kanunların örnek olarak yer çekimi kanununun her yerde aynı olduğunu belirtmişlerdir. Öğrencilerin cevaplarından alıntılara aşağıda yer verilmiştir:

“Bence bilim evrenseldir. Çünkü bütün dünyada aynı kurallar geçerlidir. Örneğin dünyanın yuvarlak oluşu ve suyun kaldırma kuvveti gibi.” Ö59

“Bilim evrenseldir, hiçbir toplumda bilimi sosyal ve politik değerler etkilemez. Mesela icat edilen bir şeyi insanlar farklı yorumlayamazlar. Bulan kişinin dininden, kültüründen etkilenmeden teori doğruluğu kanıtlanırsa kabul edilir.” Ö66

Deney 2 grubundan 21 öğrenci (%72) bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşündüğünü belirtmiştir. Öğrenciler bilim insanlarının eğitimlerinin, aile ve toplum yapısının, bilim çevresinin ve dini görüşün düşünce yapısını etkilediğini, bilim insanlarının çalışmalarına da etkisi olacağını belirtmiştir. Öğrenciler görüşlerinden örneklerle aşağıda yer verilmiştir:

*“Ben bilimin **sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum**. Eğer bilim insanları bu değerlerden etkilenmeselerdi hepsi aynı verilerden aynı sonuçları çıkarırlardı. Ama bilim insanlarının **hayal güçleri, inanışları, aile ve toplum yapısı farklı olduğu için aynı verilerden farklı sonuçlar çıkarabilirler...**”*
Ö61

*“Bence bilim **sosyal ve kültürel olaylardan etkilenir**. Bir bilim insanının yaşadığı çevre ailesi, kültürü o bilim adamının **bakış açısında ve yaratıcılığında önemli bir rol oynar.**”* Ö73

*“Bilim **sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir**. Çünkü bir konu hakkında araştırma yapan bilim insanı elde ettiği verilerden **kendi yaşam tarzına göre sonuçlar çıkarır.**”* Ö67

*“Bilim **sosyal ve kültürel değerlerden etkilenir**. Örneğin; **bir toplumun dini inancı da bilimde farklı görüşler ortaya konmasında etkilidir**. Mesela evrim teorisine bazı insanlar inanırken bazı insanlar inanmaz.”* Ö86

Bu gruptaki 4 öğrenci (%14) bilimin hem sosyal ve kültürel değerlerden etkilenebileceğini hem de evrensel olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplardan alıntılar aşağıda yer almaktadır:

*“Bence bilim **evrensel ama bilim insanlarının sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmesinden dolayı bilim hem evrensel hem de sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorum.**”* Ö60

*“Öncelikli **ikisinin de etkili olduğunu düşünüyorum**. Bence bilimin, **teorilerin veya kanunların çıkış aşamasında sosyo-kültürel olaylar etkilidir**. Çünkü bilim insanı dahi olsalar yaşadıkları ortamdan etkilenmişlerdir. **Kanıtlama aşamasında ise evrenseldir**. Çünkü verilere dayandırılmış ve kanıtlanmıştır, bu nedenle evrenseldir.”* Ö65

Deney 2 grubunda uygulama öncesi hiçbir öğrencinin bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı olduğuna dair bir görüşü bulunmazken uygulama sonrası bilimsel

bilginin toplumun sosyo-kültürel yapısından etkilendiğini söyleyen öğrenci sayısının 21'e çıktığı görülmektedir. Uygulama sonrası bu boyuta dair zayıf, değişken ve bilgili görüşe sahip öğrenci cevaplarından örnekler ve öğrenci sayıları yer almaktadır.

Tablo 4.143. Deney 2 Grubunun Bilimsel Bilginin Sosyal ve Kültürel Yapısı Boyutuna Ait Uygulama Sonrası Sonuçları

Tema	Frekans	Yüzde	Örnek cümle
Zayıf	5	%17	<i>“Ben bilimin evrensel olduğunu düşünüyorum. Çünkü bilimde kullanılan deneyler ve üretilen teoriler veya bilgiye ulaşmakta kullandığımız metotların sosyal ve kültürel değerlerle hiçbir alakası yoktur. Belki yaşadığı çevre sosyal ve kültürel değerlerden bilim adamları etkilense de bilim bu olaylardan tamamen bağımsız olarak gerçekleşir. Örnek olarak yer çekimi kanunu gösterebiliriz. Yer çekimi kanunu her yerde aynıdır.” Ö78</i>
Değişken	3	%10	<i>“İkisinin de etkili olduğunu düşünüyorum. Sonuç olarak bir insanın şekillenmesinde sosyal ve kültürel değerler rol oynar. Bu insanın düşüncelerini değiştirebilir. Evrensel konular ise her yerde geçerli olduğundan dolayı bunlardan yola çıkılarak bilim yapılır.” Ö63</i>
Bilgili	21	%73	<i>“Bilim insanları eğitimleri, düşünceleri, toplum yapısı, bilim çevresi gibi pek çok şeyden etkilenirler. En azından araştırırken ve hangi konulara yoğunlaşacaklarına karar verirken bu etki çokça vardır.” Ö70</i>

Aşağıda verilen tabloda uygulama öncesi ve sonrası gruplara uygulanan bilimin doğası görüşleri anketi (VNOS-C) sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 4.144. Grupların Ön test ve Son test Sonrası Bilimin Doğası Görüşlerindeki Değişim

Boyutlar		Kontrol			Deney 1			Deney 2		
		Z	D	B	Z	D	B	Z	D	B
Bilimin Tanımı	Ön Test	28	1	-	28	1	-	27	2	-
	Son Test	13	4	2	5	10	14	6	7	16
Bilimde Deneylerin Yeri	Ön Test	28	1	-	29	-	-	29	-	-
	Son Test	24	5	-	17	6	6	10	6	13
Teori-Kanun İlişkisi	Ön Test	29	-	-	29	-	-	28	1	-
	Son Test	24	5	-	16	6	7	15	5	9
Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası (Teoriler Değişir mi?)	Ön Test	2	15	12	4	16	9	5	17	7
	Son Test	1	14	14	-	10	19	1	9	19
Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası (Kanunlar değişir mi?)	Ön Test	29	-	-	29	-	-	28	1	-
	Son Test	25	1	3	14	2	13	14	2	13
Bilimde Gözlem-Çıkarım İlişkisi	Ön Test	21	6	2	20	7	2	22	5	2
	Son Test	17	7	5	6	9	14	3	10	16
Yaratıcılık ve Hayal Gücü	Ön Test	27	2	-	24	4	1	26	3	-
	Son Test	18	7	4	7	10	12	9	8	12
Bilimin Teorisi Yüklü Doğası	Ön Test	23	4	2	23	4	2	24	5	-
	Son Test	16	5	8	4	1	24	4	3	22
Bilimin Sosyal ve Kültürel Doğası	Ön Test	24	3	2	22	4	3	24	5	-
	Son Test	17	3	9	5	3	21	5	3	21

Tablo 4.144'te kontrol, deney 1 ve deney 2 gruplarının bilimin doğası görüşleri anketinin ön test ve son test sonuçları görülmektedir. Uygulama öncesi tüm grupların bilimin doğası görüşlerinin çoğunlukla zayıf olduğu görülmektedir. Uygulama sonrası deney 1 ve deney 2 gruplarında yeterli görüşe sahip öğrenci sayısında büyük bir artış görülmektedir. Bilimde teori-kanun ilişkisi ve bilimin deneysel doğası bileşenlerinde artış diğer boyutlara göre daha az olsa da diğer boyutlarda belirgin bir yükseliş görülmektedir. Deney 2 grubunda teori-kanun ilişkisi ile ilgili ön test sonrası hiç bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken uygulama sonrası bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı %32 olduğu, aynı şekilde bilimin deneysel doğası boyutunda yine deney 2 grubu için ve bu sayının 0'dan %44'e çıktığını görmekteyiz. Diğer boyutlar için bilimin doğası ve argümantasyon ile öğretim yapan gruplarda yeterli görüşe sahip öğrencilerin sayısının %50'lerin üzerinde olduğu görülmektedir. Yine sayısal veriler deney 2 grubundaki öğrencilerin deney 1 gruba öğrencilerine kıyasla biraz daha ilerlediğini göstermektedir. Ayrıca eğitim almamalarına rağmen 10. Sınıf sonunda kontrol grubu öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerinde az da olsa bir gelişme görüldüğü söylenebilir.

4.4. Öğrencilerin Sosyo Bilimsel Senaryolarda Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramları ve Argüman Becerilerine İlişkin Bulgular

4.4.1. Argümantasyon Analizi

Senaryo 1: Antibakteriyel Ürünler

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili sosyo-bilimsel makalede 1, 2 ve 3 no'lu argümantasyon becerileri ile ilgili sorular neden belirtilmediyse veya belirtilen neden yetersiz ise 1 kategorisinde, öne sürülen argüman geçerli bir gerekçe kullanılarak açıklandysa 2 puan, eğer argüman birden fazla gerekçe kullanılarak desteklendi ise 3 puan verilerek puanlanmıştır.

Kontrol Grubu Öğrencilerinin 1. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.145. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Ben destekliyorum. Ama bu maddeyi içeren ürünlerin fazla kullanılmaması gerektiği öğretilmeli.” Ö10
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Hayır desteklemiyorum. Çünkü triklosan maddesinin kullanımındaki artıştan dolayı birçok çocukta alerji sık görülmeye başlamış.” Ö1
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Hayır. Çünkü hem alerji görülmesine sebep oluyor, hem de bakterileri daha dirençli hale getiriyor.” Ö14

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 1. soruya verdikleri cevaplardan farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.146. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Bilgiler kesinleşene kadar desteklemezdim, bilgiler kesinleştikten sonra ise sonuca göre hareket ederdim.” Ö58
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Ben triklosanın kullanılmasını desteklemiyorum çünkü sağlık açısından faydası olduğu gibi zararları da var. Her sağlık ürününün bir yan etkisi olması normaldir fakat triklosanın faydası zararından az. Vücudumuz bakterilere karşı bir müddet sonra bağışıklık kazanacağı için kullanılmasını desteklemiyorum.” Ö43
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Desteklemiyorum çünkü bu madde temizliği sağlasa bile küçük çocuklarda alerjilere yol açabiliyor. Zararlı bakterilerin yanında vücudumuzda kullanılan yararlı bakterileri öldürebilir. Bu da vücudun dengesini bozar ve ileride önemli hastalıklara yol açabilir.” Ö30

Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 1. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.147. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Diş macunlarında kullanımı destekliyorum ama antibakteriyel sabunlarda kullanılmasını çok desteklemiyorum. Hastanelerde kullanılınca karşı çıkacak bir şey yok ama evlerde günde en az üç dört kere kullanılması ve bunları küçük çocukların kullanmasını desteklemiyorum” Ö70
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Ben antibakteriyel ürünlerin bu kadar hayatımızın içinde olmasını doğru bulmuyorum. Özellikle diş macunlarında kullanılmamalı diye düşünüyorum. Çünkü ağız yoluyla triklosan maddesini vücudumuza daha çok alırız ve bu durum alerji artışına neden olabilir” Ö61
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Doğru miktarda kullanıldığında bence diş macunlarında kullanılmalı çünkü diş eti iltihabını engelliyor. Ama bence sabunlarda kullanılmamalı çünkü kimyasal risk taşıma ihtimali var ve normal sabundan pek farkı yok.” Ö67

Kontrol Grubu Öğrencilerinin 2. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.148. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Mesela triklosan maddesinin açıklanmamış olan bir yararını deneylerle kanıtlayabilir.” Ö8
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Triklosanın sadece alerji yan etkisinin olması insan sağlığını büyük ölçüde bozmaz.” Ö23
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Daha ucuz ve insanların ağız sağlığının önemli olduğu için gerekli olduğunu ve yararlarının daha çok olduğunu öne sürebilir.” Ö7

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 2. soruya verdikleri cevaplardan seçilmiş farklı seviyelerdeki karşı argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.149. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Eğer fikirlerinde kesin ve fikirlerini deneylerle kanıtlamış ise beni ikna edebilir.” Ö56</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Diş macununda bulunan triklosanın insanda diş eti iltihabını engellediğini söyleyebilir.” Ö53</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Diş macunlarındaki triklosanın mikropları öldürdüğünü, dişleri temiz tutup iltihaplanmayı engellediğine, mikropları ellerden uzak tuttuğuna dair bir sürü gerekçe öne sürebilir.” Ö55</i>
Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 2. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki karşı argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.		

Tablo 4.150. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Bunun yararlarının da olduğunu ve çok fazla zararlı olmadığını dile getirebilir.” Ö80</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Antibakteriyel ürünler temizlik açısından bizlere yarar sağlar. Temizliğin sadece ameliyatlara değil her yerde olmasını, bunun sağlık açısından önemli olduğunu öne sürebilir.” Ö84</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Mesela bakterileri önlemek amacıyla (hastalıklar için) kullanılması gerektiğini, bakterilerin uzaklaştırıldığında insanların hastalanma oranının artabileceği, hijyenik ve pratik olduğunu söyleyebilir.” Ö79</i>
Kontrol Grubu Öğrencilerinin 3. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.		

Tablo 4.151. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Ona bu konuyla ilgili deneyler yaptım ya da düşünce deneyleriyle kanıtlamaya çalıştım.” Ö28</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Ben ona bu maddelerin kimyasal olduğunu ve insan vücudunun kimyasaldan uzak durmasının gerektiğini sakın bir dille ve kanıtlarla açıkladım.” Ö29</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Triklosanın faydalarından çok zararları olduğunu, vücudumuzdan uzak tutmamız gerektiğini, diş eti rahatsızlıklarını önlemenin başka yolları olduğunu, triklosanın sadece hastane gibi önemli yerlerde kullanılması gerektiğini söyledim.” Ö2</i>

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 3. soruya verdikleri cevaplardan farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.152. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Triklosan maddesiyle alakalı deneyler yaparım ve sonuçlarımı yani insan sağlığı için zararlı olduğunu ona gösteririm.” Ö56</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Örnek olarak ABD’yi veririm. Antibakteriyel ürünlere ilgi arttıkça insanlar bundan faydalanmak için triklosan maddesini daha fazla kullanmaya başlamış. Sonucunda ABD’li çocukların %80’inin idrarında triklosan çıkmıştır, faydayı zarara çeviren bir yapıyı neden kabul edelim ki?” Ö47</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Diş macunu ağız yoluyla gerçekleştiği için alerji oluşumunu arttırdığını ve de kimyasal yapısının kalıcı olan diğer zehirli maddelere benzediğini ve bunun da kimyasal risk taşıdığını söyledim.” Ö50</i>

Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 3. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.153. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Eğer dış macunlarından tamamen kalkmasıyla ilgiliyse ona katılabilirim ya da bunu ayrı ayrı yapmak insanların işine gelmeyebilir böylesi daha pratik derim.” Ö74</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Bakteri oluşumu azalırken birtakım komplikasyonlar meydana gelir. Oluşan komplikasyonlar triklosanın yararına göre daha fazla zarar verebilir.” Ö76</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Ben bu tür kimyasal maddelere bağışıklık kazanan bakterilerin daha fazla çoğalabileceğini ve bu durumun da insanlara daha kötü zararlar verebileceğini söyledim. Ayrıca antibakteriyel sabunların normal su ve sabuna göre insan sağlığına yararı olmadığını söyledim.” Ö61</i>

Tablo 4.154. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünler Senaryosunda Argüman Becerilerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu	Deney 1 Grubu	Deney 2 Grubu
Argüman Geliştirmek	1 puan	17 %59	8 %28	4 %14
	2 puan	11 %38	16 %55	13 %45
	3 puan	1 %3	5 %17	12 %41
Karşı Argüman Geliştirmek	1 puan	12 %41	6 %21	4 %14
	2 puan	12 %41	15 %52	17 %59
	3 puan	5 %18	8 %27	8 %27
Çürütücü Kullanmak	1 puan	10 %34	7 %24	2 %7
	2 puan	17 %59	18 %62	20 %69
	3 puan	2 %7	4 %14	7 %24

Senaryo 2: Kloroflorokarbon

Kloroflorokarbonlar ilgili sosyo-bilimsel makalede 1, 2 ve 3 no’lu argümantasyon becerileri ile ilgili sorular neden belirtilmediyse veya belirtilen neden yetersiz ise 1 kategorisinde, öne sürülen argüman geçerli bir gerekçe kullanılarak açıklandıysa 2 puan, eğer argüman birden fazla gerekçe kullanılarak desteklendi ise 3 puan verilerek puanlanmıştır.

Kontrol Grubu Öğrencilerinin 1. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.155. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Destekliyorum fakat daha erken kullanılmaya başlanmasını düşünüyorum.” Ö28
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Evet çünkü bunun yapısında klor yok, yani bir tehlike oluşturmuyor.” Ö20
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Destekliyorum. Çünkü klor atomlarının stratosfere ulaşımını az da olsa engelliyor ve ozonun delinmesini yavaşlatıyor. Böyle olduğu zaman da canlılara daha az zarar veriyor” Ö9

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 1. soruya verdikleri cevaplardan farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.156. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Desteklemiyorum.” Ö54
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Şu anki bilgilere göre hidroflorokarbon klor içermediğinden ozona zarar vermiyor. Bu yüzden kullanılmasını destekliyorum.” Ö38
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Destekliyorum. Çünkü CFC’nin kullanımı ozon tabakasının yapısını bozmakta ve insanlara, hayvanlara, bitkilere hatta plastiklere bile zarar vermekte. Hidroflorokarbonların daha sağlıklı olduğunu düşünmekteyim.” Ö41

Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 1. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.157. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Destekliyorum çünkü daha az zararlı olduğu söyleniyor.” Ö81
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Hayır, desteklemiyorum. Çünkü çok az miktarda bile olsa ozon tabakasına zarar vermesi ilerisi için iyi bir sonuç olmaz.” Ö63
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Hayır, desteklemiyorum. Çünkü hidroflorokarbonların atmosferde serbest halde olan molekülleri ozon moleküllerini etkiler. Bu süreçte de ozon tabakasında incelme olur ve bu incelme mor ötesi ışınların artmasına neden olur.” Ö83

Kontrol Grubu Öğrencilerinin 2. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.158. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Hidroflorokarbonu slayt gösterileri ve çizimlerle yararını daha iyi anlatabilir.” Ö29</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Soğutucularda, buzdolaplarında sağladığı yararlarından bahsedilebilir.” Ö9</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Ozon tabakasını incelten tek element klor değil sadece kloru çıkartarak zararı yok edemeyiz, gün geçtikçe hidroflorokarbonlar ozon tabakasını inceltmeye devam edecek.” Ö16</i>

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 2. soruya verdikleri cevaplardan farklı seviyelerdeki karşı argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.159. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Sanmıyorum ama mantıklı bir konuşma olursa değişebilir.” Ö58</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Bir süre sonra yapılan araştırmalar ve bilimsel deneyler sonucu hidroflorokarbonun zararlı olup, zararlı yanlarının ortaya çıkacağını diğerlerinden farklı olmadığını savunabilir.” Ö50</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Belki floroklorokarbonların ozon tabakasına zarar vermeyecek şekilde düzenlenebileceğini ya da hidroflorokarbonların da zararlı yanlarının olduğunu onun da doğada başka bir şeye zarar verdiğini söyleyebilir.” Ö53</i>

Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 2. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki karşı argüman örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.160. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Karşı Argüman Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Beni ikna etmek için pek bir görüş ileri süremez çünkü kloroflorokarbonların ozon tabakası için zararı olduğunu söylüyor.” Ö78</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Kloroflorokarbonun bileşenlerinde değişiklik yapılırsa bile ozon tabakasına hala zarar verebilir. Bu yüzden değiştirmeye gerek yok diye bir gerekçe öne sürebilir.” Ö84</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Şu şekilde katılmayabilir; hidroflorokarbonlar hemen kullanılmaya başlanamaz. Yeterli hidroflorokarbon üretilmesi beklenebilir. Ya da hidroflorokarbonların farklı zararları olabileceğini öne sürebilir.” Ö74</i>

Kontrol Grubu Öğrencilerinin 3. Soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.161. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Bende hidroflorokarbonların iyi yönlerini belirtirdim.” Ö10</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Kloroflorokarbonun şu an için hidroflorokarbondan daha zararlı olduğunu söylerim.” Ö1</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Hidroflorokarbonun bundan önce kullanılan maddelerden daha yararlı olduğunu ve insan sağlığı ve ozon tabakası için daha az tehdit oluşturduğunu söylerim.” Ö8</i>

Deney 1 Grubu öğrencilerinin 3. soruya verdikleri cevaplardan farklı seviyelerdeki çürütücü örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.162. Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	<i>“Mantığıma göre uygun düşünceleri deneylerle destekleyerek sunarım.” Ö51</i>
Bir gerekçe kullanılmış	2	<i>“Hidroflorokarbonların CFC gazlarından daha az zararlı olduğunu söyleyebilirim.” Ö31</i>
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	<i>“Doğamızın nasıl zarar gördüğü, ileride yaşamak için yeterli havamızın olmayacağını öne sürerdim.” Ö57</i>

Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 3. Soruda kullandıkları farklı seviyelerdeki çürütücü örnekleri aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.163. Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosu ile ilgili Çürütücü Örnekleri

Argüman	Puan	Örnek cümle
Yetersiz veya belirtilmemiş	1	“Yararı olsa da ne kadar zararlı bir gaz olduğunu göstermeye çalışırdım.” Ö59
Bir gerekçe kullanılmış	2	“Ozon tabakasının delinmesi insanlık için büyük bir tehlike doğurur. Hatta insanlığı yok edebilecek kadar etkilidir bile bu yüzden zararı yararından kat kat büyüktür.” Ö86
Birden fazla gerekçe kullanılmış	3	“Alev almamaları ve kolayca sıvı hale gelmesi sağlığı bozmadığı anlamına gelmez. Ozon tabakasını inceltir ve mor ötesi ışınların artmasına neden olur. Bu artışta cilt kanseri, bağışıklık sistemi gibi bozukluklara neden olur.” Ö83

Tablo 4.164. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbonlar Senaryosunda Argüman Becerilerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu	Deney 1 Grubu	Deney 2 Grubu
Argüman Geliştirmek	1 puan	6 %21	4 %14	1 %3
	2 puan	21 %72	17 %59	15 %52
	3 puan	2 %7	8 %27	13 %45
Karşı Argüman Geliştirmek	1 puan	16 %55	9 %31	5 %17
	2 puan	12 %42	19 %66	15 %52
	3 puan	1 %3	1 %3	9 %31
Çürütücü Kullanmak	1 puan	12 %42	10 %34	2 %7
	2 puan	16 %55	15 %52	15 %52
	3 puan	1 %3	4 %14	12 %41

4.4.2. Bilimin Doğası Kavramlarının Analizi

Öğrenciler uygulama sonrası verilen iki sosyo-bilimsel senaryo ile ilgili cevapladıkları sorularda bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimsel bilginin öznelliği kavramları ile ilgili görüşlerini ifade etmiştir.

4.4.2.1. Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası

Öğrencilere verilen iki senaryoda 4. ve 5. sorular bilimsel bilginin değişebilir doğası ile ilgili görüşlerini ölçmek üzere sorulmuştur. Öğrenciler bilimsel bilginin değişmeyeceğini düşünüyorlarsa 1 puan, eğer değişken görüşe sahiplerse 2 puan, bilimsel bilginin değişebileceğini düşünen öğrenciler görüşlerini bilimin doğası kavramlarını kullanarak açıklıyorlarsa, bilgili görüşe sahip oldukları düşünülerek 3 puan verilerek değerlendirmiştir

Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü makalesi ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.165. Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Görüşlerim değişmez, kullanılmamalı, çünkü bakterilerin direnci artıyor ve yakında bakterilere karşı bir etkisi olmayacak.” Ö14</i>
Değişken	2	<i>“Yeni kanıtlar, istatistikler bulunursa değişebilir. Henüz kimse emin değil bu konuda.” Ö20</i>
Bilgili	3	<i>“Değişebilir. Yeni araştırmalar yapılarak triklosanın faydalarının daha fazla olduğu ortaya çıkabilir.” Ö2</i>

Kloroflorokarbon makalesi ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.166. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Değişmez çünkü şimdiki testlere göre zararının olmadığı kanıtlanmış.” Ö28</i>
Değişken	2	<i>“Değişir. Çünkü bilim adamları hidroflorokarbonların zarar veya yararlarını tam olarak açıklayamadılar.” Ö29</i>
Bilgili	3	<i>“Değişebilir. Teknolojinin gelişmesiyle yeni bulgular farklı sonuçlar bulabiliriz.” Ö1</i>

Antibakteriyel Ürünler makalesi ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.167. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Hayır, değişmez. Çünkü benim görüşüme göre insan sağlığı için zararlı bir madde.” Ö53
Değişken	2	“Değişebilir. Yararlı olmadığı açıklanırsa artık kullanılmaz.” Ö38
Bilgili	3	“Bence değişebilir. Çünkü bilim sürekli değişen ve gelişen bir daldır. Şu an kullanılmaması öne sürülen bir şeyin daha sonra kullanılması teşvik edilebilir. Yani bu düşünce değişebilir.” Ö41

Kloroflorokarbon makalesi ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.168. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Bu günkü bilgilerle değişmeyeceğini düşünüyorum çünkü gayet yararlı bir gaz ama ileride bu gazın artması nasıl sonuçlar doğurur bilemem.” Ö44
Değişken	2	“Değişebilir, CFC’lerin yapısı değiştirilip daha az zararlı bir hale getirilirse değişebilir.” Ö48
Bilgili	3	“Değişebilir. Çünkü bilim değişebilir. Şu anda kullanılan teknoloji ileride değişebilir. Böylece bu gazlarla ilgili daha kapsamlı deneyler yapılabilir ve bugün gözden kaçan bir ayrıntının daha önemli zararlar verebileceği ortaya çıkabilir.” Ö31

Antibakteriyel Ürünler makalesi ile ilgili deney 2 grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.169. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Bence değişmez çünkü burada verilen bilgilerin çoğu kanıtlanmış o yüzden değişmez.” Ö78
Değişken	2	“Bence değişir çünkü triklosanın şu anda antibakteriyel ürünlerde kullanılmasının sebebi bakterileri öldüren daha iyi bir maddenin olmamasıdır. Ayrıca triklosanın insan vücuduna zarar veren etkileri gözlemlendi. Bu zaten yeni madde arayışlarına sebep olmuş olabilir...” Ö67
Bilgili	3	“Her teori ve kanun zaman içinde değişebilir. Zaman geçtikçe yeni buluşlar, yeni bilgiler ortaya çıkabilir ve triklosanın kullanılıp kullanılmaması fikri değişebilir.” Ö77

Kloroflorokarbon makalesi ile ilgili deney 2 grubu öğrencilerinin 4. ve 5. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.170. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Ben değişebileceğini düşünmüyorum. Çünkü ozon tabakasının önemi, delindiğinde olanlar, insan sağlığına belirli kanıtlarla açıklanıyor...” Ö84</i>
Değişen	2	<i>“Çok aksi bir durumda yani hidroflorokarbonun zararlı olduğu kesin olarak kanıtlanırsa fikirlerim değişebilir.” Ö82</i>
Bilgili	3	<i>“Bence değişir. Önceki senelerde kabul gören bilgiler şu anda değişebiliyorsa ileriki senelerde de değişebilir. Bilimin doğası böyledir.” Ö63</i>

4.4.2.2. Bilimsel Bilginin Deneysel Doğası

Senaryolarda yer alan 6. Soru öğrencilerin bilimsel bilginin deneysel doğası ile ilgili görüşlerini ölçmek üzere sorulmuştur. Bu konu ile ilgili yetersiz görüşe sahip olan öğrenciler 1 puan, eğer değişken görüşe sahiplerse 2 puan, bilimsel bilginin deneysel doğası ile ilgili bilgili görüşe sahip olan görüşler 3 puan verilerek değerlendirmiştir.

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.171. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Deneysel Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Hastalıklar artarsa, yani hastalıklar ortaya çıkarsa, tiklosan yerine daha iyi ve zararsız bir madde bulunursa.” Ö19</i>
Değişen	2	<i>“Ancak bu maddenin kişiye hiçbir zararı olmadığı kanıtlanırsa kararım değişir.” Ö11</i>
Bilgili	3	<i>“İnsanlara yararı olacak bulgular olursa kararım değişir.” Ö1</i>

Kloroflorokarbon ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.172. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimin Deneyisel Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Maliyeti düşük zararsız bir gaz bulunabilse değişirdi.” Ö6</i>
Değişen	2	<i>“Eğer hidroflorokarbon tamamen zararsız ve yan etkileri olmayan bir gaz çıkarsa kararım tamamen olumlu olurdu. Eğer yan etkileri bulunsu kullanılmasını istemezdim.” Ö3</i>
Bilgili	3	<i>“Hidroflorokarbonun zararlı bir madde olduğu yönündeki bulgular fikrimi değiştirdi.” Ö4</i>

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.173. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Deneyisel Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Öyle bir şey üretilecek ki hem bize yararı olacak hem hiçbir canlı ölmeyecek hem de çevreye yararlı olacak bir madde üretilirse kararım değişir.” Ö45</i>
Değişen	2	<i>“Triklosan maddesinin zararları yararlarından daha fazla olursa ve hayati tehlike taşırsa kararım değişir. Sadece insan hayatını tehlikeye atmasıyla değil, tüm dünyadaki canlılara karşı bir tehlike oluşturması durumunda da düşüncem değişir.” Ö34</i>
Bilgili	3	<i>“Düşüncemi tam olarak çürütmesine gerek yok yani benim düşüncelerimden farklı olduğuna dair bilgileri ortaya çıkarsa ve bu bilgiler bilimsel olarak desteklenir ve açıklanırsa kararım değişir.” Ö58</i>

Kloroflorokarbon ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.174. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Ne yazık ki, CFC ozonu inceltip hastalıklara sebep olduğu için kararım değişmezdi.” Ö55</i>
Değişen	2	<i>“Fikrimin tam tersi kanıtlanırsa ya da deneyimdeki açık başka bir şey ile tamamen yanlış sayılırsa fikrim değişebilir.” Ö30</i>
Bilgili	3	<i>“Bilim değişkendir. Dolayısıyla farklı fikirleri deneyerek, gözlemleyerek bir karara varabilirim. Yani değişebilir.” Ö52</i>

Antibakteriyel Ürünler ile İlgili Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.175. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Triklosanın yapısı çevredeki kimyasal zehirlere benziyor. Aynı amaç için farklı bir madde üretilirse ve yararlı bakterilere etki etmez ve vücuda herhangi bir zararı olmazsa kullanılmasını isterdim.” Ö64</i>
Değişen	2	<i>“Kesin kanıtlar ve kesin deneyler ve çarpıcı bilgiler olsa değişebilir fikrim.” Ö59</i>
Bilgili	3	<i>“Bireylerdeki alerji görülme sıklığındaki azalma ve dış eti iltihabını engellemede başarılı olursa kararımı değiştiririm.” Ö60</i>

Kloroflorokarbon ile İlgili Deney 2 Grubu Öğrencilerinin 6. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.176. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimin DeneySEL Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Ozona zarar vermiyor olabilir fakat farklı şeylere farklı zararları ortaya çıkabilir.” Ö74</i>
Değişen	2	<i>“Eğer tam anlamıyla zararsız bir ürün çıkarsa onu desteklerim.” Ö84</i>
Bilgili	3	<i>“Klorun kullanılmaması ve kullanılan maddenin ozon tabakasına veya stratosfere etkisi olmaması kararımı değiştirecek bulgulardır.” Ö63</i>

4.4.2.3. Bilimsel Bilginin Öznelliği

Senaryolarda yer alan 7. soru öğrencilerin bilimsel bilginin öznelliği ile ilgili görüşlerini ölçmek üzere sorulmuştur. Bu konu ile ilgili yetersiz görüşe sahip olan öğrenciler 1 puan, eğer değişken görüşe sahiplerse 2 puan, bilimsel bilginin öznelliği ile ilgili bilgili görüşe sahip olan görüşler 3 puan verilerek değerlendirilmiştir.

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.177. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Çünkü hiçbirinin kesin bir sonucu yok. Tam olarak kesin bir bilgiye sahip olamadıkları için hepsinin farklı görüşleri ve düşünceleri var.” Ö10</i>
Değişen	2	<i>“Her bilim adamı farklı çalışmalarla bir sonuca varırlar. Bu sonuçları yorumlarlar. Farklı düşünceleri görüş farklılıklarına yol açar.” Ö4</i>
Bilgili	3	<i>“İnsanların hayat görüşü, eğitimi ve yaşamı farklı oldukça düşüncelerin aynı olması beklenemez.” Ö19</i>

Kloroflorokarbon ile ilgili kontrol grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.178. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Kontrol Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	<i>“Olamazlar yapılan testlerin bilim insanlarını aynı sonuca ulaştıracağını düşünüyorum.” Ö28</i>
Değişen	2	<i>“Bu konuyla ilgili farklı bilim insanları farklı görüşlere sahip olabilirler. Yaptıkları deneylerdeki farklılıklar ve ulaşabilecekleri farklı veriler onların farklı görüşlere sahip olmalarını sağlar.” Ö27</i>
Bilgili	3	<i>“Olabilirler. Bilim adamları yapılan deneylerin sonuçlarını farklı yorumlayabilirler. Zararlarının faydalarından çok olduğunu düşünebilirler, faydalarının da zararlarından fazla olduğunu düşünen bilim adamları olabilir.” Ö2</i>

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.179. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Zararları olsa bile yararları da var, kullanılması bazı sorunlara yol açabilir. Bu yüzden farklılıklar olabilir.” Ö54
Değişen	2	“Bilim adamları triklosan kullanımında farklı görüşlere sahiptir. Çünkü farklı deneyler yapmış olabilirler. Yani sonuçlara farklı yollardan varmaya çalışmışlardır. Beraber çalıştıkları insanlarda fikirlerini değiştirmiş olabilirler.” Ö56
Bilgili	3	“Her bilim adamının içinde yaşadığı düzen, görüş farklıdır. Kültürel, din ekonomik, sosyal ve coğrafi açıdan farklı olan bilim adamlarının hayata bakış açıları da farklı olacağından görüşleri de birbirinden farklı olacaktır. Yetiştirme tarzı bile bunu etkileyebilir.” Ö41

Kloroflorokarbon ile ilgili deney 1 grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.180. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 1 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Bence olamazlar çünkü insanlık için yararlı bir şeye karşı çıkmak olmamalı.” Ö44
Değişen	2	“Sahiplerdir. Herkesin elinde bilgiler farklıdır ve yorumlama biçimleri farklı olacağından dolayı herkesin fikirleri aynı olamaz.” Ö36
Bilgili	3	“Evet, olabilirler. Çünkü her insanın bakış açısı farklıdır. Gözlemler, deneyler, yöntemler ve de yaratıcılık sa bu durumu etkiler.” Ö50

Antibakteriyel Ürünler ile ilgili deney 2 grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.181. Antibakteriyel Ürünler Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Triklosan yararlı ve zararlı yönleri sahip bu nedenle bilim adamları bu konuda farklı düşünüyor olabilirler.” Ö71
Değişen	2	“Çünkü bütün bilim adamları farklı şeyleri inceleyip farklı yönlerden bakıyorlar.” Ö78
Bilgili	3	“Birçok nedeni var elbette. Öncelikle insanları farklı bakış açılarına eğitir, çevre, çocukken aldığı görüş/bakış açısı nedeniyle sahiptirler. Bir de bilim insanlarının sahip olduğu hayal gücü ve düşünüş biçimi bu maddenin kullanımı hakkında farklı görüşler oluşturur.” Ö79

Kloroflorokarbon ile ilgili deney 2 grubu öğrencilerinin 7. soruya verdikleri cevaplardan farklı örnekler aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 4.182. Kloroflorokarbonlar Senaryosundan Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Bilginin Öznelliği ile İlgili Cevaplarından Örnekler

Argüman	Puan	Örnek cümle
Zayıf	1	“Bence hayır. Çünkü bu saçma olur. Zararlı bir şeyin yerine daha az zararlı bir buluş bulunursa hepsi onu kabullenmeli.” Ö65
Değişken	2	“Olabilirler. Çünkü farklı bilim adamları farklı sonuçlara ve fikirlere ulaşmış olabilir” Ö74
Bilgili	3	“Evet. Çünkü; her bilim insanının olaylara ve bulgulara bakış açısı farklıdır. Bu yüzden bu farklılık her bilim adamı arasında görüş ayrılıklarına neden olur.” Ö86

Tablo 4.183. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü Senaryosunda Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu		Deney 1 Grubu		Deney 2 Grubu	
Bilimsel Bilginin Değişebilir Doğası	1 puan	11	%38	8	%28	7	%25
	2 puan	11	%38	2	%7	3	%10
	3 puan	7	%24	19	%65	19	%65
Bilimsel Bilginin Öznelliği	1 puan	18	%62	5	%17	8	%27
	2 puan	4	%14	2	%7	4	%14
	3 puan	7	%24	22	%76	17	%59
Bilimsel Bilginin Deneysel Doğası	1 puan	9	%31	8	%28	10	%35
	2 puan	13	%45	7	%24	5	%17
	3 puan	7	%24	14	%48	14	%48

Tablo 4.184. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Kloroflorokarbon Senaryosunda Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu		Deney 1 Grubu		Deney 2 Grubu	
Bilimin Değişebilir Doğası	1 puan	7	%24	6	%21	4	%14
	2 puan	11	%38	5	%17	2	%7
	3 puan	11	%38	18	%62	23	%79
Bilimsel Bilginin Öznelliği	1 puan	22	%76	9	%31	10	%34
	2 puan	6	%21	3	%10	3	%10
	3 puan	1	%3	17	%59	16	%56
Bilimsel Bilginin Deneysel Doğası	1 puan	11	%38	7	%24	6	%21
	2 puan	10	%34	6	%21	8	%27
	3 puan	8	%28	16	%55	15	%52

4.5. Öğrencilerin VNOS-C testinde Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramı ile Sosyo-Bilimsel Senaryolarda Kullandıkları Bilimin Doğası Kavramları Arasındaki İlişki, Öğrencilerin Sosyo-Bilimsel Senaryoya Bilimin Doğası Görüşlerini Transfer Etme Düzeyleri

Aşağıda verilen tablolarda öğrencilerin uygulama sonrası VNOS-C testinde bilimin değişebilir doğası, bilimsel bilginin öznelliği (bilimsel bilginin teori yüklü doğası) bilimsel bilginin deneysel doğası ile ilgili farklı seviyelerdeki görüşleri (zayıf, değişken, bilgili) ile sosyo-bilimsel senaryolarda bu kavramlarla ilgili yanıtları karşılaştırılmış, öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini farklı bir bağlamda nasıl kullandıkları, sosyo-bilimsel bir senaryoya nasıl transfer ettikleri incelenmiştir. İlk olarak öğrencilerin görüşlerini antibakteriyel ürünlerin diğer yüzü senaryosuna nasıl aktardıkları Tablo 4.185'te verilmiştir.

Tablo 4.185. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası VNOS-C testi ve Antibakteriyel Ürünler Senaryosundaki Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu		Deney 1 Grubu		Deney 2 Grubu	
		VNOS-C	Antibakteriyel Ürünler	VNOS-C	Antibakteriyel Ürünler	VNOS-C	Antibakteriyel Ürünler
Bilimin Değişebilir Doğası	Zayıf	1	11 %38	-	8 %28	-	7 %25
	Değişken	14	11 %38	10	2 %7	10	3 %10
	Bilgili	14	7 %24	19	19 %65	19	19 %65
Bilimsel Bilginin Öznelliği	Zayıf	16	18 %62	14	5 %17	14	8 %27
	Değişken	5	4 %14	2	2 %7	2	4 %14
	Bilgili	8	7 %24	13	22 %76	13	17 %59
Bilimsel Bilginin Deneysel Doğası	Zayıf	24	9 %31	17	8 %28	10	10 %35
	Değişken	5	13 %45	6	7 %24	6	5 %17
	Bilgili	1	7 %24	6	14 %48	13	14 %48

Uygulamaya katılan öğrencilerin VNOS-C son testinde ifade ettikleri bilimin doğası görüşlerini genel olarak antibakteriyel ürünlere senaryosuna da transfer edebildiklerini görmekteyiz. Sadece kontrol grubu öğrencilerinin bilimin değişebilir doğası görüşlerini sosyo-bilimsel senaryoya taşıyamadıkları söylenebilir. Bunun dışında öğrencilerin

sosyo-bilimsel senaryolarda bilimin doğası görüşlerini daha iyi ifade edebildiklerini artan bilgili görüş sayısı bizlere göstermektedir.

Çalışma gruplarının bilimin değişebilir doğası, bilimsel bilginin öznelliği ve bilimsel bilginin deneysel doğası görüşlerini kloroflorokarbonlar senaryosuna ne seviyede aktarabildiklerini gösteren Tablo 4.186 aşağıda yer almaktadır:

Tablo 4.186. Kontrol Grubu, Deney 1 Grubu ve Deney 2 Grubu Öğrencilerinin Uygulama Sonrası VNOS-C testi ve Kloroflorokarbonlar Senaryosundaki Bilimin Doğası Görüşlerini Gösteren Tablo

		Kontrol Grubu		Deney 1 Grubu		Deney 2 Grubu	
		VNOS-C	Klorofloro karbonlar	VNOS-C	Klorofloro karbonlar	VNOS-C	Klorofloro karbonlar
Bilimin Değişebilir Doğası	Zayıf	1	7 %24	-	6 %21	-	4 %14
	Değişken	14	11 %38	10	5 %17	10	2 %7
	Bilgili	14	11 %38	19	18 %62	19	23 %79
Bilimsel Bilginin Öznelliği	Zayıf	16	22 %76	14	9 %31	14	10 %34
	Değişken	5	6 %21	2	3 %10	2	3 %10
	Bilgili	8	1 %3	13	17 %59	13	16 %56
Bilimsel Bilginin Deneysel Doğası	Zayıf	24	11 %38	17	7 %24	10	6 %21
	Değişken	5	10 %34	6	6 %21	6	8 %27
	Bilgili	1	8 %28	6	16 %55	13	15 %52

Kloroflorokarbonlar Senaryosu sorularında vurgulanan bilimin doğası bileşenleri düşünüldüğünde kontrol grubu öğrencileri bilimsel bilginin öznelliği ile ilgili görüşlerini senaryoya aktaramadıkları görülmektedir. Bu senaryoda kontrol grubu öğrencileri bilimin değişebilir doğası ile ilgili görüşlerini daha iyi yansıtmıştır. Deney1 ve Deney 2 grupları öğrencileri kloroflorokarbonlar senaryosunda yer alan sorularda bilimin doğası görüşlerini daha iyi ifade edebildikleri söylenebilir.

4.5. Kimya Dersi Tutum Ölçeğine Ait Bulgular

Uygulamaya katılan grupların (Kontrol, Deney1 ve Deney 2) uygulama sonrası kimya dersi tutumlarının anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin ANOVA testi sonuçları Tablo 4.187’de verilmektedir.

Tablo 4.187. Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 Grubu Son test Puanları Arasındaki Anlamlılığının Test Edilmesi için Yapılan Anova Bulguları

ANOVA					
Son test					
	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	699,747	2	349,874	3,145	,048
Grup içi	9343,310	84	111,230		
Ölçüm	10043,057	86			

Kontrol, Deney1 ve Deney 2 gruplarının uygulama sonrası kimya dersi tutum ölçeği puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur, $F(2,84)=3,12$, $p<0,05$. Grupların kimya dersi tutum ölçeği ön test ve son test puanlarının nasıl değiştiğini görmek için ilişkili grup t-testi sonuçları incelenecektir. Ayrıca grupların kimya dersi tutum ölçeği son test puanlarının farklılığını karşılaştırmak için ilişkisiz gruplar t-testi sonuçlarına bakılacaktır.

4.5.1. Kontrol, Deney 1 ve Deney 2 Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön test ve Son test Puanları

Uygulamaya katılan her bir grubun kimya dersi tutumlarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası nasıl değiştiğini görmek için ilişkili grup t-testi yapılmış ve elde edilen bulgular aşağıda yer alan tablolarda (Tablo 4.188, Tablo 4.189 ve Tablo 4.190) sunulmuştur.

Tablo 4.188. Kontrol Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları

Test	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Ön Test	29	51,72	4,667	28	0,303	0,764
Son Test	29	51,24	10,524			

Tablo 4.188 incelendiğinde uygulama öncesi kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test puan ortalamaları 51,72 ve son test puan ortalamaları ise 51,72 olduğu bulunmuştur. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir ($t=0,303$; $p>0,05$). Bu durum müfredat çerçevesinde yapılandırmacı yaklaşım ile öğrenim gören öğrencilerin kimya dersi tutumlarında değişiklik olmadığını işaret etmektedir.

Tablo 4.189. Deney 1 Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları

Test	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Ön Test	29	48,93	10,767	28	-2,95	0,006
Son Test	29	52,52	11,179			

Tablo 4.189 incelendiğinde uygulama öncesi deney 1 grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test puan ortalamaları 48,93 ve son test puan ortalamaları ise 52,52 olduğu bulunmuştur. Deney 1 grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($t(28)=-2,95$; $p<0,05$). Bu durum bilimin doğası entegre edilmiş öğretimin öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırdığını göstermektedir.

Tablo 4.190. Deney 2 Grubunun Kimya Dersi Tutum Ölçeği Ön Test ve Son Test Puanlarının İlişkili Grup t-testi Sonuçları

Test	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Ön Test	29	53,86	11,090	28	-3,428	0,002
Son Test	29	57,79	9,897			

Tablo 4.190 incelendiğinde uygulama öncesi deney 2 grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test puan ortalamaları 53,89 ve son test puan ortalamaları ise 57,79 olduğu bulunmuştur. Deney 2 grubunda yer alan öğrencilerin KTÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur ($t(28)=-3,428$; $p<0,05$). Bu durum bilimin doğası ve argümantasyonun birlikte kullandığı öğretim yönteminin öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırdığını göstermektedir.

4.5.2. Gruplar Arası Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanları Karşılaştırılması

Uygulamaya katılan grupların uygulama sonrası kimya dersi tutum ölçeği puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak için ikili gruplar arasında (Deney1- Deney2, Kontrol-Deney1, Kontrol-Deney 2) bağımsız grup t testi yapılmış ve elde edilen bulgular aşağıda yer alan tablolarda (Tablo 4.191, Tablo 4.192 ve Tablo 4.193) sunulmuştur.

Tablo 4.191. Deney 2 ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkisiz Grup t-testi Bulguları

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Kontrol	29	51,24	10,524	56	-2,442	0,001
Deney 2	29	57,79	9,897			

Tablo 4.191 incelendiğinde Deney 2 ve kontrol grupları öğrencilerinin uygulama sonrası KTÖ puanları anlamlı bir farklılık göstermektedir, $t(56)=-2,442$, $p<0,05$. Deney 2 grubu öğrencilerinin kimya dersine olan tutumları kontrol grubu öğrencilerine göre daha olumludur. Bu bulgu bilimin doğası ve argümantasyonun birlikte kullandığı öğretim yönteminin, yapılandırmacı öğretim yaklaşımına göre öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırmakta daha etkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.192. Deney 1 ve Kontrol Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkisiz Grup t-testi Bulguları

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Kontrol	29	51,24	10,524	56	-0,447	0,656
Deney 1	29	52,52	11,179			

Tablo 4.191 incelendiğinde deney 1 ve kontrol grupları öğrencilerinin uygulama sonrası KTÖ puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir, $t(56)=-0,447$, $p>0,05$. Deney 1 grubu öğrencilerinin KTÖ son test ortalamaları ($X=52,52$), kontrol grubu öğrencilerinin KTÖ son test ortalamalarından ($X=51,24$) biraz daha yüksek olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olarak görünmemektedir. Bu bulgu bilimin doğası öğretiminin entegre edildiği öğretim yöntemi ile yapılandırmacı öğretim yaklaşımına ile

öğretimin öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırmakta farklı olmadıklarını göstermektedir.

Tablo 4.193. Deney 1 ve Deney 2 Gruplarının Kimya Dersi Tutum Ölçeği Son Test Puanlarının İlişkisiz Grup t-testi Bulguları

Grup	N	Ortalama	Standart Sapma	Serbestlik Derecesi	t	p
Deney 1	29	52,52	11,179	56	-1,903	0,062
Deney 2	29	57,79	9,897			

Tablo 4.192 incelendiğinde deney 1 ve deney 2 grupları öğrencilerinin uygulama sonrası KTÖ puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir, $t(56)=-1,903$, $p>0,05$. Deney 2 grubu öğrencilerinin KTÖ son test ortalamaları ($X=57,79$), deney 1 grubu öğrencilerinin KTÖ son test ortalamalarından ($X=52,52$) biraz daha yüksek olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olarak görünmemektedir. Bu bulgu bilimin doğası öğretiminin entegre edildiği öğretim yöntemi ile bilimin doğası ve argümantasyonun birlikte kullanıldığı öğretimin öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırmakta farklı olmadıklarını göstermektedir.

BÖLÜM V. SONUÇ

Bu bölümde, araştırma bulgularından elde edilen sonuçlar tartışılmıştır. Bu sonuçların eşliğinde ileride yapılacak çalışmalara öneriler sunulmuştur.

5.1. Yargı ve Tartışma

Araştırmada doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi ve bilimin doğası öğretiminin ve argümantasyon etkinlikleri ile birlikte kullandığı öğretimin öğrencilerin **bilimin doğasına ilişkin görüşlerine, argümantasyon (bilimsel tartışma) becerilerine ve kimya dersi tutumlarına** olan etkisi incelenmiştir. Ders aynı öğretmen (araştırmacı) tarafından kontrol ve deney gruplarında işlenmiş ve uygulanan öğretim yaklaşımlarının etkinliği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Her iki öğretim yönteminin etkisini ölçmek için kontrol ve deney gruplarına bilimin doğası görüşleri ölçeği (VNOS-C) ve kimya dersi tutum ölçeği öğretim öncesi ve sonrasında ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Sosyo-bilimsel senaryolar (SBS) senaryolarda yer alan bilimsel tartışma becerilerini ölçmeye yönelik sorular ile bilimin doğası görüşlerini farklı bir bağlamda kullanabilmelerini değerlendiren sorular uygulama sonrası son test olarak uygulanmıştır. Mantıksal düşünme yeteneği testi (MDYT) ise sadece ön test olarak eşdeğerliği belirlemek amacı ile uygulanmıştır. Verilerin analizi sonucu elde edilen bulguların yorumları araştırmanın alt problemleri göz önüne alınarak sunulmaktadır.

5.1.1. Kontrol Grubu Öğrencilerinin Yapılandırmacı Öğretim Doğrultusunda Bilimin Doğası Görüşlerindeki Değişime İlişkin Sonuçlar

Kontrol grubunda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası ve argümantasyon öğretimi yapılmadığı, müfredatın önerdiği şekilde yapılandırmacı yaklaşımla öğretim yapıldığı için öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde bir değişiklik olası beklenmemektedir. İkinci dönemin başında uygulanan VNOS-C ölçeği sonucu öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinin yetersiz olduğu görülmüştür. Dönem sonrası uygulanan VNOS-C sonuçları incelendiğinde kontrol sınıfında bilimin tanımına dair bilgili görüşü olan iki öğrenci bulunurken, bilimde deneylerin yeri boyutu ile ilgili bir gelişme gözlenmemekle beraber değişken görüşe sahip öğrenci sayısının %3'ten %17'ye çıktığı görülmektedir. Bilimsel

kanun teori arasında ilişkiyi bir öğrenci son test de bilimin doğası anlayışına uygun bir şekilde açıklamıştır. Kontrol grubu öğrencilerinden 12 si (%41) ön testte bilimsel teorilerin değişebilir olduğunu ifade ederken son testte bu sayının 14'e (%48) çıktığını görmekteyiz. Buna rağmen bu gruptaki tüm öğrenciler kanunların değişmez olduğunu düşünürken dönem sonu kanunların da mutlak bilgiler olmadığını, değişebilir olduklarına belirten öğrenci sayısının 3 olduğu görülmektedir. Bu duruma gazlar konusu işlenirken öğretmenin tarihlerini belirterek gaz kanunlarını ve daha sonra aralarındaki ilişkiyi açıklayarak kinetik teoriyi işlemesi neden olarak görülmektedir.

Bilimde gözlem çıkarım ilişkisinin atomun yapısının belirlenmesi sorusu üzerinden ifade edildiği soruda bilgili görüşe sahip öğrenci sayısının 2'den 5'e çıktığı görülmektedir. Aynı sorunun biyolojik türlerin belirlenmesi üzerinden sorulduğu soruda ise önce hiç bilgili görüş yok iken 1 öğrencinin görüşünde değişiklik tespit edilmiştir. Sınıf öğretmeninin (araştırmacı) kimya öğretmeni olmasından dolayı ders içinde atomların gözlenemez olduğu, yapılan deneylerle yapıları ile ilgili modeller oluşturulduğu olgusuna vurgu yapmasının neden olduğu düşünülmektedir. Bilimsel bilginin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası boyutuna ait uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken bu sayının uygulama sonrası 4'e (%14) çıktığını görmekteyiz. Bilimsel bilginin teori yüklü doğası kavramı ile ilgili bilgili görüş 2'den (%7) 8'e (%28) çıkmıştır. Son test sonuçları kontrol grubunda bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapıdan etkilenebileceğini düşünen öğrencilerin sayısında artış olduğunu göstermektedir (%7 den %31'e yükselmiştir).

Dönem sonunda bilimsel kanunların değişebilirliği görüşü dahil kontrol grubu öğrencilerinde çok az da olsa bilimin doğası görüşlerinde bir artış görülmektedir. Cansız (2014) ortaokul öğrencilerine bilim tarihi öğretimi yaparak NOS görüşlerinin değişimini incelemiştir. Çalışma sonucu iki kontrol sınıfı öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerinde uygulama sonrası bir değişiklik olmadığını belirtmiştir. Bu çalışmada kimya dersi öğretmeninin (araştırmacı) ders içinde farklı bir uygulama yapmadan bir dönem boyunca dolaylı yaklaşım ile bilimin doğası görüşleri ile ilgili öğrencilerde farkındalık yaratması sonucu bu küçük artış görülmektedir.

5.1.2. Bilimin Doğası Öğretiminin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışlarının Gelişmesine Etkisi ile ilgili Sonuçlar

Uygulama öncesi Deney 1 grubunun bilimin doğası görüşleri incelendiğinde bilimde deneylerin yeri, bilimin tanımı, bilimsel kanunları değişebilirliği, teori- kanun ilişkisi ve bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün yeri boyutlarında bilgili görüşe sahip öğrenci olmadığı görülmektedir. Bilimsel teorilerin değişebilir doğası ile ilgili 9 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu, bilimde gözlem ve çıkarım ilişkisi, bilimsel bilginin öznelliği, bilimin sosyal ve kültürel yapısı boyutlarında bilgili görüşe sahip öğrenci sayısının 1 ile 3 arasında değiştiği bulunmuştur.

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimin tanımı ile ilgili yeterli görüşe sahip öğrenci sayısının 14' e (%48) çıktığı görülmektedir. Deney 1 grubu öğrencilerinin bilim tanımına dair yaptıkları tanımlar incelendiğinde çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramlarla karşılaşmaktadır. Öncelikle, ön test sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplar ile karşılaştırıldığında hem yanıtlardaki çeşitliliğin arttığı görülmekte hem de *yaratıcılık kullanılır, yanlışlanabilir, teorilerle kavramları açıklar, kesinlik içermez* gibi çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramların kullanıldığı görülmektedir. Ön test sonrası öğrencilerin %38'i bilimin kesin sonuçlar içerdiğini ifade ederken uygulama sonrası öğrencilerin %24'ünün bilimin kesinlik içermediğini, sürekli yenilenebilir ve değişebilir olduğunu tanımlarında belirttikleri görülmektedir. Son test sonuçları Deney 1 grubunu öğrencilerinin bilimin diğer sorgulama disiplinlerinden ayrılan özelliklerini deney kullanılması, kanıtlara dayanması, kesinlik içermemesi, bağımsız olması, değişebilir ve gelişebilir doğası olarak ifade ettikleri görülmektedir. Bu grubun uygulama öncesi ve uygulama sonrası sonuçları karşılaştırıldığında 'bilim kesin sonuçlara bağlıdır' cevabının yerini 'bilim kesinlik içermez' ifadesine bırakmıştır. Ayrıca bilim bağımsız düşünmeye dayanır ve değişebilir ifadeleri uygulama sonrasında yanıtlarda yer almıştır. Uygulama sonrası bu grupta yer alan öğrencilerin %55'i bilim insanlarının kullandıkları evrensel bir yöntem olmadığını düşünmektedir.

Son test bulguları bu grup öğrencilerinin en az gelişen bilimin doğası görüşünün bilimde deneylerin yeri boyutu olduğu görülmektedir (%21 bilgili görüş). Deney 1 grubu öğrencilerinin çoğu (n=24, %83) bilimsel bir iddiayı kanıtlamak için başta deney ile birlikte gözlem ve araştırmaya gerek olduğunu savunmuştur. VNOS-C ölçeğinde yer alan üçüncü soruda bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı

sorusuna, 6 öğrenci (%21), deneylerin gerekli olmadığını savunmuş, deneyi uygulayamayacağımız durumların olabileceğini belirtmiştir. Bu öğrencilerden ikisi (%7) gözlem de yapılabileceğini deneylerin bazı durumlarda gerekli olduğunu, dört öğrenci (%14) ise gözlem, düşünce ve yaratıcılık kullanarak da bilimsel bilginin gelişebileceğini ifade etmiştir.

“Hayır, gerekli değildir. Etrafımıza baktığımızda her bilim insanının deney yaparak bir şeyler bulduğunu söylemek çok yanlış olur. Mesela bazı bilim adamları sadece düşüncelerine dayanarak ve güvenerek bazı iddialar ortaya atıp savunmuşlardır...” Ö47

Alan yazında bilimde deney ve gözlemlerin yeri ile ilgili bulgulara bakıldığında, Erdoğan ve Köseoğlu (2015) açık düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası eğitimi yaptıkları 15 11. Sınıf öğrencisi uygulama sonrası %67’si görüşlerini (10 öğrenci) deneyin bilimsel bilgi elde edilmesinde önemli bir rolü olduğunu ancak deney olmadan da gözlemlerle bilimsel bilgi elde edilebileceği şeklinde bildirmiştir. Başka bir çalışmada Önen Öztürk ve Bayram (2014) 21 öğretmen adayının önemli bir bölümünün uygulama sonrası bazı bilim dallarında deneyin olmaması nedeniyle gözlem ve araştırma gibi farklı yöntemlerin kullanılarak sonucun bulunabileceği görüşünde olduklarını belirlemiştir.

Deney 1 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası bilimsel teori ve kanunlar ilişkisine dair görüşleri incelendiğine en az gelişen düşüncelerden biri olduğu görülmektedir. Bu kavram ile ilgili bilgili görüşe sahip öğrenci sayısının 7 (%24) olduğu bulunmuştur. Uygulama öncesi Deney 1 öğrencilerinin %35’i teoriyi tanımlarken deneylerle çürütülebilmek veya doğruluğun ispatlanması kelimelerini kullanırken, uygulama sonrası öğrencilerin %55’i teoriyi deneylerle, modellerle ve gözlemlerle kanıtlanmış ya da kanıtlarla desteklenen bilgi olarak tanımlanmıştır. Teorilerin kanıtlandıktan sonra kanuna dönüşeceğini düşünen öğrencilerin sayısında uygulama öncesi ve sonrası bir farklılık görülmemektedir. Ön test sonucunda olduğu gibi deney 1 grubundan 3 öğrenci (%10) teorilerin kanıtlandıkları zaman kanuna dönüşeceklerini belirtmiştir. Uygulama sonrası bu grupta 12 öğrenci (%42) bilimsel kanunların doğanın gözlemlenmesinden ortaya çıktığını, teorilerin kanunların açıklamaları olduğunu belirtmiştir. Bu açıklamalar deney 1 grubu öğrencilerinin yarısına yakının bilimin doğası eksenli öğretim yapıldıktan sonra teori kanun ilişkisini kavradığını göstermektedir.

“Bilimsel kanun doğayı gözlemleyerek çıkan düşüncelerdir. Bilimsel teori ise kanunlardan sonuç çıkarmaktır...” Ö36

Ayrıca 6 (%21) öğrenci ise teori ve kanun arasında sıralama yapılamayacağını belirtmiş, hipotezlerden teorilere veya kanunlara ulaşılabilceğini, birbirlerinden bağımsız açıklamalar olduğunu, karşılaştırma yapılamayacağını ifade etmiştir.

“...Kanunla teori bir sıraya göre değildir. Önceki deneylere, hipotezlere bakılarak onlardan yola çıkarak kanunlar da oluşabilir.” Ö30

Literatürde bilimde teori-kanun ilişkisi öğrencilerin en az gelişme gösterdikleri bilimin doğası bileşeni olarak görünmektedir. Yalçınoglu ve Anagün (2012) fen bilgisi öğretmen adaylarına yaptıkları doğrudan yaklaşım yöntemi ile öğretim sonrası teori-kanun ilişkisi görüşlerinin değişmediğini bulmuşlardır. Akerson, Khalick ve Lederman (2000) 50 öğretmen adayı ile yaptıkları doğrudan yansıtıcı bilimin doğası etkinlikleri sonucu öğretmen adaylarının %48'inin teori ve kanunların farklı bilimsel açıklamalar oldukları görüşüne sahip olduklarını bulmuşlardır.

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimsel teorilerin değişebilir doğasına dair görüşleri zayıf, değişken ve bilgili şeklinde temalara ayrıldığında 10 öğrencinin (%34) değişken, 19 öğrencinin (%66) bilgili görüşe sahip olduğu görülmektedir. Bu grubun ön test sonuçları ile son test sonuçları karşılaştırıldığında, uygulama sonrası deney 1 grubunda zayıf görüşlü öğrenci kalmadığını, değişken görüşe sahip öğrenci sayısı azalırken bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 9'dan (%31) 19'a (%66) çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin hepsi bilimsel teorilerin değişebileceğini ifade ettikleri halde bazı öğrenciler (%14) teorilerin ispatlanmamış, kanıtı olmayan bilgiler olarak tanımlamıştır. Ayrıca öğrencilerin %34'ü teoriler ile ilgili yapılan çalışmalar, araştırmalar ve deneyler sürdükçe bulunan yeni verilerin ortaya konması sonucu teorilerin değişeceğini düşünmektedir. Khishfe ve Abd-El Khalick (2002), Çakmakçı (2012), Akerson, Hanson ve Cullen (2007) çalışmalarında öğrencilerin teorilerin değişmesini yapılan buluşlarla yeni bilgiler eklenmesi olarak açıkladıklarını belirtmiştir. Bu grupta ön test sonrası bütün öğrenciler kanunların değişmeyeceğini düşünürken, son test sonuçları kanunların değişebilirliği ile ilgili bilgili görüşe sahip öğrenci sayısının %45'e çıktığını göstermektedir. Aynı şekilde Çakmakçı (2012) 48 son sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile yaptığı doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi sonucu

öğrencilerin önemli bir çoğunluğunun kanunların değişmeyeceğini ifade ettiklerini söylemiştir.

Deney 1 grubu öğrencilerinin bilimde gözlem - çıkarım ilişkisine dair ön test ve son test görüşleri karşılaştırıldığında uygulama öncesi öğrencilerden 13'ü atomların gözlenemeyeceğini ifade ederken uygulama sonrası bu şekilde düşünen öğrenci sayısının 20'ye çıktığını görmekteyiz. Aynı şekilde uygulama öncesi 18 deney 1 grubu öğrencisi bilim insanlarının atomun yapısından emin olmadığını belirtirken uygulama sonrası bu sayının 24'e çıktığı görülmektedir. Uygulama sonrası bu grupta gözlem çıkarım ilişkisine vurgu yaparak atomların gözlenemeyeceğini, yapılan deneylerle elde edilen kanıtlar doğrultusunda bilim insanlarının modeller oluşturduğunu belirten öğrenci sayısında önemli bir artış olmuştur. Uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 2 iken uygulama sonrası 14 (%48) öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca deney 1 grubu öğrencileri bu soruya verdikleri yanıtlarda kimya dersinde öğrendikleri atom modellerini kullandıkları görülürken önceki atom modelleri nasıl değiştiyse günümüzde kullanılan modern atom modelinin bilimde kaydedilecek gelişmeler doğrultusunda değişebileceğini vurgulamışlardır. Öğrencilerin gözlem - çıkarım ilişkisini sorgulayan biyolojik türlerin belirlenmesi sorusunda bilgili görüşe sahip öğrenci (%21) sayısının daha az olduğunu görmekteyiz. Az sayıda öğrenci bilim insanlarının türleri birbirinden ayırt eden özelliklerden emin olmadıklarını ifade etmiştir. Bu soruya verdikleri cevaplar yeterli bulunan öğrenciler türlerin bilim insanları tarafından sınıflandırıldığını, sınıflamanın sınırlılıklar içerdiğini, teknolojinin yeterliliği ve ellerindeki veriler doğrultusunda bu sınıflamayı yapabildiklerini, bilimsel bilginin değişebileceğini öne sürmüşlerdir. Öğrencilerin türlerin sınıflanması ile görüşlerinin zayıf olması iki sebeple açıklanabilir: 1. Bilimin doğası öğretimini içeren konuların kimya ile ilgili olması, 2. Kimya ile ilgili örneklerde bilimde gözlem çıkarım ilişkisi ile görüşlerini ifade eden öğrencilerin bilimin farklı alanıyla ilgili bir konuya görüşlerini transfer etmekte zorlanmaları. Önen Öztürk ve Bayram (2014) çalışmalarında öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası, elde edilen verilerden çeşitli çıkarımlar yapılarak sonuçlara ulaşılabilirliğini doğrudan ifade edemediklerini belirtmiştir.

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimin yaratıcılık ve hayal gücüne dayalı doğası ile ilgili görüşlerinin geliştiği görülmektedir. Uygulama öncesi bilgili görüşe sahip bir öğrenci (%3) bulunurken uygulama sonrası bilgili görüşe sahip öğrenci

sayısının 12'ye çıktığı bulunmuştur. Uygulama sonrası bir öğrenci dışında öğrencilerinin tümü (n=28, %97) yaratıcılığın ve hayal gücünün bilimsel çalışmalarda kullanıldığını ifade etmişlerdir. Bunu ifade eden öğrencilerin bir kısmı (%24) hayal gücü ve yaratıcılığın planlama ve araştırma safhasında kullanıldığını söylerken hayal gücü kullanmayı bir şeyi yaratmayı hayal etmek olarak anladıkları açıklamalarında görülmektedir. Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın kullanılması kavramını açıklayabilen öğrencilerin sayısında artış görülmektedir. 12 öğrenci (%41) bilimsel araştırmanın bütün basamaklarında yaratıcılığın ve hayal gücünün kullanılması gerektiğini ifade etmiştir.

“Bence bilim insanları hayal güçlerini yapılan araştırmanın her safhasında kullandığını düşünüyorum sadece bir evresinde değil çünkü her yorumlamasında kendi hayal gücüyle değerlendirme yapar. Hayal gücü bakış açısını etkiler, bu yüzden de bir bilim adamı hayal gücünü araştırmasının her evresinde kullanır.”

Ö41

Uygulama sonrası deney 1 grubu öğrencilerinin en fazla ilerleme gösterdikleri bilimin doğası bileşenlerinden biri bilimsel bilginin öznelliği bileşenidir. Deney 1 grubunda bilgili görüşe sahip olan öğrencilerin oranında ciddi bir artış gözükmemektedir. Bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı 2'den (%7) 24'e (%83) çıkmıştır. Deney 1 grubu öğrencilerinin %55'i (n=16) bilim insanlarının düşünce yapıları, aldıkları eğitim, yaşadıkları çevre, inançları ve hayal güçleri doğrultusunda farklı görüşlere sahip olabileceklerini, verileri farklı değerlendirebileceklerini belirtmiştir. Bu gruptaki 9 öğrenci (%31) bilim insanlarının bir konu ile ilgili farklı sonuçlara varmalarının nedenini bilim insanlarının bakış açılarının farklı olması nedeniyle verileri farklı yorumlamalarından kaynaklandığını belirtmiştir.

Deney 1 grubunda uygulama sonrası bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmesi ile ilgi bilgili görüşe sahip öğrenci sayısında artış görülmektedir. Uygulamadan önce 3 (%10) öğrenci bilimin bu değerlerden etkileneceğini söylerken uygulama sonrası bunu ifade eden öğrenci sayısının 21'e (%72) çıkmıştır. Öğrenciler insanların düşünce yapılarının yaşadıkları toplumdan, içinde bulundukları çevreden etkilendiklerini belirtmiş, dinin ve ailenin yaşama biçimini ve düşünce yapısını şekillendirdiğini, farklı yorumlamalarına yol açtığını ifade etmiştir. Kavram yanılgılarının değişmesinin zor olduğunu biliyoruz, bu grupta 3 öğrenci bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini

fakat etkilenmemesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu grupta 2 öğrenci (%7) bilimin evrensel olduğunu düşünmektedir. Bu iki öğrenci bilimde kanıtların ve deneylerin önemli olduğunu ifade etmiştir. Öğrencilerin genel kabul görmüş bilimsel bilgileri, kanunları evrensel olmakla eşleştirdiklerini görmekteyiz.

5.1.3. Bilimin Doğası Öğretiminin ve Bilimsel Tartışma Yönteminin Öğrencilerin Bilimin Doğası Anlayışlarının Gelişmesine Etkisi ile İlgili Sonuçlar

Uygulama öncesi Deney 2 grubu öğrencilerinin bilimin doğası görüşleri incelendiğinde bilimde deneylerin yeri, bilimin tanımı, bilimsel kanunlarının değişebilirliği, teori-kanun ilişkisi, bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün yeri, bilimsel bilginin öznelliği, bilimin sosyal ve kültürel yapısı boyutlarında bilgili görüşe sahip öğrenci olmadığı görülmektedir. Bilimsel teorilerin değişebilir doğası ile ilgili 7 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu, bilimde gözlem ve çıkarım ilişkisi boyutunda bilgili görüşe sahip öğrenci sayısının 2 olduğu bulunmuştur.

Deney 1 ve Deney 2 grubu öğrencilerinin uygulama sonrası gelişimleri karşılaştırıldığında bilimin tanımı, bilimde deneylerin yeri, teori kanun ilişkisi, bilimde gözlem çıkarım ilişkisi boyutlarında deney 2 grubu öğrencilerinin daha fazla bilgili görüşe sahip olduğunu görmekteyiz. Bilimde yaratıcılık ve hayal gücü, bilimin değişebilir doğası ve bilimin sosyal ve kültürel doğası bileşenlerinde her iki gruptaki bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı eşittir. Sadece bilimin teori yüklü doğası bileşeni için deney 1 grubu öğrencilerinin daha fazla bilgili görüşe sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Uygulama sonrası Deney 2 grubunun da bilim tanımına dair yaptıkları açıklamalar incelendiğinde Deney 1 grubu gibi çağdaş bilim anlayışını yansıtan kavramların kullanıldığı görülmektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinin bilimin tanımına dair verdikleri cevaplarda bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimsel bilginin gelişebilirliği ve kesinlik içermemesi kavramlarını kullandıkları görülmektedir. Bir öğrenci bilimsel bilginin çürütülebilir olduğunu ifade etmiştir. İlk test sonrası öğrencilerin %21'i bilimin kesin sonuçlar içerdiğini ifade ederken uygulama sonrası öğrencilerin %21'i bilimin kesinlik içermediğini, tartışmaya dayalı olgulardan oluştuğunu ifade etmiştir. Deney 2 grubundan sadece bir öğrenci bilimsel bilginin kesin sonuçlara dayandığını belirtmiştir. Ayrıca bilimsel bilginin kanıta dayandığını düşünen öğrenci sayısında artış görülmektedir (%14'ten %34'e çıkmıştır).

Deney 2 grubu öğrencileri deney 1 grubu öğrencileri ile benzer şekilde bilimin diğer sorgulama disiplinlerinden ayrılan özelliklerini temel olarak deney ve gözlem kullanılması, kanıtlara dayanması, kesinlik içermemesi, değişebilir ve gelişebilirliği olarak ifade etmiştir. Bunların dışında bu gruptaki öğrencilerin hemen hemen hepsinin (bir öğrenci dışında) ‘bilim kesinlik içermez’ ifadesini kullandıkları görülmektedir. Ayrıca bilimde farklı yorumlar olabilir, gelişebilir, çürütülebilir, bağımsız düşünmeye dayanır ve değişebilir ifadeleri uygulama sonrasında yanıtlarda yer almıştır. Deney 2 grubunda bilimin tanımı boyutunda uygulama öncesi bilgili görüş bulunmazken uygulama sonrası bu oran %55’e çıkmıştır.

Bilimde deneylerin yeri boyutu ile ilgili bilimsel bir iddiayı nasıl ispatlarsınız sorusuna deney 2 grubu öğrencilerinin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerinin %76’sı bilimsel bir iddiayı kanıtlamak için başta deney olmak üzere gözlem ve kanıtlara gerek olduğunu savunmuştur. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneylerin gerekli olup olmadığı sorusuna on bir (%38) öğrenci deneylerin her zaman yapılmasının gerekli olmadığını, gözlem de kullanılabileceğini hatta bazı durumlarda deney kullanılmasının mümkün olmadığını ifade etmiştir. Sonuç olarak bilimde deneylerin yeri boyutunda uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken uygulama sonrası bilgili görüşe sahip öğrenci sayısı %34’e ulaşmıştır.

Bilimde teori-kanun ilişkisi ile ilgili deney 2 grubunun görüşleri incelendiğinde uygulama sonrası kanunların doğruluğu ispatlanmış, kesinlik içeren bilgiler olduğunu, teorilerin ise ispatlanmamış, kesin olmayan, değişebilir, bilim insanları tarafından ortaya konan fikirler olduğunu düşünen deney 2 grubu öğrencilerinin sayısı 19’dan (%66) 15’e (%52) düşmüştür. Bazı öğrenciler teorilerin ispatlanmamış olmalarına, insanlar tarafından kabul edilmemesine örnek olarak evrim teorisini verirken, herkes tarafından kabul edilen kanuna örnek olarak yerçekimi kanunu vermektedir.

“Kanunlar değişmezler teoriler değişebilirler. Çünkü kanunlar deneylerle kanıtlanmış, kesin cevaplardır. Bütün olasılıklar denenmiştir ve herkesçe kabul görmüştür. Teori ise değişebilir çünkü herkes teorileri kabul etmez, zamanla olasılıklar değişebilir. Evrim teorisi herkes tarafından kabul görmemiş ve hala tartışılmaktadır. İnsanlar önünde kesin bir sonuç bulunmadığı için inanmakta güçlük çekmektedirler.” Ö65

Bu gruptaki 12 öğrencinin (%41) teorileri kanunlardan yola çıkarak oluşturulan çıkarımlar ya da kanunların açıklamaları olarak ifade ettikleri görülmektedir. Deney 2 grubu öğrencilerinden 9'u (%31) kanunların teorilerden daha önemli olduğunu belirtmiştir. Öğrenciler açıklamalarında kanunların kesinlik içerdiğini ispatlanmış bilgiler olduklarını, teorilerin değişecekleri için güvenli olmadıklarını ortaya koymuştur. 7 öğrenci (%24) ise teori ve kanun arasında sıralama yapılamayacağını, farklı açıklamalar olduklarını, aralarında bir hiyerarşi olmadığını belirtmiştir.

Uygulama sonrası Deney 2 grubu öğrencilerinin teori ve kanunun değişebilir doğası ile ilgili düşünceleri incelendiğinde 27 öğrenci (%94) teorilerin değişebileceğini belirtirken, bir öğrenci (%3) teorilerin değişmeyeceğini söylemiştir. Bir öğrenci (%3) ise bu soruyu bazı teoriler değişebilir bazı teoriler değişmez ifadesi ile cevaplamıştır. Bu grupta 6 öğrenci teorilerin değişme nedeni olarak bilimde kesinlik olmadığını, bilimin değişebilir doğası olduğunu, bilimdeki kavramların değişebileceğini ileri sürmüştür. Teorilerin değişebilir doğasına ile ilgili bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 7'den (%24) 19'a (%66) çıkmıştır. Uygulama öncesi yapılan VNOS-C testi sonuçlarına göre kanunların değişebilir doğası ile ilgili bilgili görüş bulunmazken uygulama sonrası deney 2 grubu öğrencilerinin %45'i kanunların değişebileceği görüşünü savunmaktadır.

Bilimde gözlem -çıkarma ilişkisi ile ilgili uygulama sonrası deney 2 öğrencilerine ait bulgular incelendiğinde gözlem çıkarma ilişkisine vurgu yaparak atomların gözlenemeyeceğini, yapılan deneylerle elde edilen kanıtlar doğrultusunda bilim insanlarının modeller oluşturduğunu belirten öğrenci sayısında önemli bir artış olmuştur. Uygulama öncesi bilgili görüşe sahip öğrencilerin sayısı 2 iken uygulama sonrası 16 öğrencinin bilgili görüşe sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu grubun öğrencilerinin yanıtlarında kimya dersinde öğrendikleri atom modellerinin isimlerini kullandıkları görülürken önceki kullanılan atom modellerinin zaman içinde değişmesi gibi günümüzde kullanılan modelinde bilimde kaydedilecek gelişmeler doğrultusunda değişebileceğini vurgulamışlardır. Deney 2 grubu öğrencilerin cevapları bilimde gözlem-çıkarma ilişkisi ile ilgili görüşlerini öğrenmemizi sağlarken aynı zamanda bilimin değişebilir doğası kavramını pekiştirdiklerini göstermektedir. Ayrıca bu gruptaki öğrencilerin gözlem çıkarma ilişkisini bilimde türlerin belirlenmesi sorusu üzerinden açıklamakta başarısız olduklarını görmekteyiz. Bu soruda bilgili görüşe sahip öğrenci oranı %8 olarak belirlenmiştir.

Uygulama öncesi bilimde yaratıcılık ve hayal gücünün yeri boyutunda deney 2 grubu öğrencileri arasında bilgili görüşe sahip öğrenci bulunmazken, uygulama sonrası 12 öğrencinin (%41) bilim insanlarının araştırmanın her aşamasında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullandıklarını ifade ettikleri görülmektedir. Bu grupta 11 (%38) öğrenci yaratıcı bir şeyler yapmayı hayal etmek olarak düşünmektedir.

*“Evet, kullanırlar. Çünkü aslında **başlangıç safhasında kullanırlar**. Başta acaba böyle bir şey olabilir mi diye başlarlar ve devam ettirirler. Sonra bu düşünceler hakkında deneyler yaparak sonuca ulaşmaya çalışırlar.” Ö65*

Bilimsel bilginin öznelliğini ile ilgili görüşlerin ölçüldüğü soruda deney 2 grubu öğrencilerinin %52’si (n=15) bilim insanlarının eğitimlerinin, bilgi birikimlerinin, yaşadıkları çevrenin, çalışma alanlarının ve hayal güçlerinin farklı olması nedeni ile aynı verilere bakarak farklı sonuçlara varabileceklerini ifade ettikleri görülmüştür. Bu gruptaki öğrenciler diğer gruplardan farklı olarak bilim insanlarının uzmanlık alanlarının ve çalıştıkları konuların da karar vermelerinde önemli olduğunu belirtmiştir.

*Dinozorların neden yok olduğuna dair hipotezler ve düşünceler var ama kesinlik yok. Bu durumda **coğrafya ve arkeoloji ile bazı fikirler elde edebiliriz**. Dünyanın geçirdiği süreçler de düşünülebilir. Bir bilim adamı özellikle volkanlar ile ilgileniyorsa volkan hipotezine daha yakın olabilir ya da **bu konuda daha çok araştırma yapıyor olabilir**. Bunun dışında hayal gücü de önemlidir.” Ö70*

Uygulama sonrası öğrencilerin %76’sının bilimsel bilginin teori yüklü doğası ve bilim insanının öznelğine dair görüşlerinin oluştuğunu, açıklamalarında bu kavramları kullandıkları görülmektedir.

Deney 2 grubunda uygulama öncesi hiçbir öğrencinin bilimsel bilginin sosyal ve kültürel yapısı olduğuna dair bir görüşü bulunmazken uygulama sonrası bilimsel bilginin toplumun sosyo-kültürel yapısından etkilendiğini söyleyen öğrenci sayısının 21’e çıktığı görülmektedir. Bu kavram ile ilgili bilgili görüşe sahip öğrenciler bilim insanlarının eğitimlerinin, aile ve toplum yapısının, bilim çevresinin ve dini görüşün düşünce yapılarını etkilediğini, bilim insanlarının çalışmalarına da etkisi olacağını belirtmiştir. Bu gruptan 4 öğrencinin (%14) bilimin evrensel olduğunu, aynı kuralların her yerde geçerli olduğunu, sosyal ve kültürel değerlerden etkilenmediğini savunduğu görülmektedir. Öğrenciler görüşlerini savunmak için bilimin sayısal verilere dayandığını, örnek olarak yer çekimi kanununun her yerde aynı olduğunu belirtmişlerdir

5.1.4. Yapılan Öğretimlerin Öğrencilerin Bilimsel Tartışma Seviyelerinin Gelişmesine Etkisi ile ilgili Sonuçlar

Deney 1 ve deney 2 gruplarının uygulamalar sonucu bilimsel tartışma seviyeleri ile ilgili gelişimi ölçmek için uygulama sonrası iki tane sosyo-bilimsel senaryo verilmiştir. Bu senaryolarda yer alan sorular öğrencilerin argüman ve karşı argüman oluşturma ve çürütücü kullanma becerileri ile ilgilidir. Bulgulardan elde edilen sonuçlar ilk senaryoda (Antibakteriyel Ürünler) deney 2 grubu öğrencilerinin iki ya da daha fazla iddia içeren argüman sayısının daha fazla olduğunu göstermektedir. Deney 2 grubunda 12 öğrenci iki ya da daha fazla iddia içeren argüman oluştururken, bu sayının deney 1 grubu öğrencileri için 5 olduğu bulunmuştur. Diğer senaryoda da (Kloroflorokarbonlar) deney 2 grubu öğrencilerinin argüman oluşturma seviyeleri daha yüksektir. Deney 2 grubundan 13 öğrenci, deney 1 grubundan 8 öğrencinin arkadaşlarına göre daha fazla iddia içeren argümanlar üretebildiklerini görmekteyiz. Deney 2 grubu öğrencilerinin karşı argüman geliştirme ve çürütücü kullanmada deney 1 grubu öğrencilerinden daha başarılı oldukları görülmekle birlikte iki grup arasındaki farkın kloroflorokarbonlar senaryosunda daha fazla olduğunun altını çizmek gerekmektedir. Bu durum antibakteriyel ürünler ile ilgili makalenin daha güncel, daha fazla günlük hayatla ilgili ve tartışmaya açık olması ile ilgili olabilir.

Deney 1 grubu öğrencilerinin argüman, karşı argüman ve çürütücü kullanma becerileri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında her üç alanda daha başarılı oldukları görülmektedir. En üst seviyedeki becerileri ile ilgi sayısal veriler antibakteriyel ürünler senaryosunda argüman oluşturma için %3'e %17, karşı argüman için %18'e %27 ve çürütücü kullanmak için %7'ye %14 olarak bulunmuştur. Hiç argümantasyon eğitimi almamalarına karşın deney 1 grubunun daha iyi seviyede olmalarını doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitimi boyunca sınıfta yapılan tartışmalarının bilimsel tartışma becerilerine yaptığı olumlu etki ile açıklanabilir. Bu durumun kloroflorokarbonlar senaryosu içinde geçerli olduğunu belirtmenin bu görüşü desteklemek adına önemli olduğu vurgulanmalıdır.

5.1.5. Öğrencilerin Bilimin Doğası Görüşlerini Sosyo-Bilimsel Senaryolara Transfer Edebilmeleri ile ilgili Sonuçlar

Öğrencilerin bir konu hakkında bildiklerini çeşitli durumlara transfer edebilmeleri eğitimcilerin ulaşmayı hedefledikleri önemli kazanımların başında gelmektedir.

Öğrencilerin bir ders içinde bir konuda öğrendiklerini başka bir konuya (Ataç Özdemir, 2009) transferleri ya da bir derste öğrendiklerini başka bir derse veya bir yıl içinde öğrendiklerini diğer yıla aktarabilmeleri eğitimin temel hedefidir (Khishfe, 2013, De Corte, 2003). Zohar (1996) yaptığı çalışmada sekizinci ve dokuzuncu sınıf öğrencilerinin biyoloji konusu içinde edindikleri düşünme ve akıl yürütme yöntemlerini başka bir biyoloji konusu altında ele alınan bir probleme aktarabildiklerini bulmuştur. Bu çalışmada öğrencilerin her iki öğretim boyunca geliştirdikleri bilimin doğası anlayışlarını farklı bir bağlama transfer edebilme becerileri karşılaştırılmıştır. Öğrencilerin her iki ölçekte bilimsel bilginin değişebilir doğası, bilimsel bilginin deneysel doğası ve bilimsel bilginin öznelliği ile ilgili bilgili görüşleri karşılaştırıldığında:

1. Antibakteriyel ürünler senaryosunda iki grubun bilgili görüşe sahip öğrenci sayılarının hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Aynı zamanda sosyo-bilimsel bir senaryo üzerinde bilimin doğası görüşlerini daha başarılı bir şekilde ifade edebildikleri de söylenebilir.
2. Kloroflorokarbonlar senaryosunda deney 1 grubunun bilimin değişebilir doğası ile ilgili görüşlerini transfer etmekte deney 2 grubuna göre başarısız olduğu görülmektedir.

Rumelhart ve Norman (1981) bir kişinin fikir yürütme ve öğrendiklerini kullanma becerilerinin konunun ilk öğrenildiği içeriğe bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Khishfe (2013) tartışmalı sosyo-bilimsel konular üzerinden yapılan doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitiminin etkisini ve öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini aşına oldukları ve olmadıkları farklı sosyo-bilimsel konulara transfer edebilme becerileri ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Genetik mühendisliği konusu üzerinden doğrudan yansıtıcı bilimin doğası eğitimi verilen grubun benzer bir sosyo-bilimsel senaryoya (genetiği değiştirilmiş ürünler) ve benzer olmayan bir senaryoya (suyun florlanması) bilimin doğası (NOS) görüşlerini aktarabildikleri bulunmuştur.

5.1.6. Kimya Dersi Tutum Ölçeği ile ilgili Sonuçlar

Kontrol grubunun uygulama sonrası kimya dersi tutum ölçeği puanları ortalamasında az da olsa bir azalma görülürken, deney gruplarında ortalamalarının arttığı ve artışın istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturduğu bulunmuştur. Ayrıca üç grubun son test

ortalamalarının arasında da ANOVA testi sonucuna göre anlamlı bir fark bulunduğu belirtilmelidir. Bu durumun sınıf içinde mümkün olduğunca öğrencilerin aktif kılınması, onlara tartışacakları, kendilerini ifade edecekleri bir ortam yaratılması sonucu oluştuğu söylenebilir. Sonuç olarak bilimin doğası aktiviteleri ve argümantasyon etkinlikleriyle hedeflenen bilimsel okuryazarlık, öğrenilenleri sorgulama ve bilimsel bilginin nasıl oluştuğuyla ilgili farkındalığın artması öğrencilerin kimya dersine olan ilgilerini arttırmaktadır.

5.2. Öneriler

Bu kısımda, araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur. Bu çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde bilimin doğası anlayışının ve bilimsel tartışma becerilerinin gelişmesi için ileride yapılacak çalışmalarda doğrudan yansıtıcı bilimin doğası ve argümantasyon eğitimi verilmesinin gerekliliği görülmektedir.

Öncelikle öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini geliştirmelerinin, yerleşmiş bazı inanışlarının, kavram yanlışlarının değişmesinin oldukça güç olduğu görülmektedir. Bunları gidermek için ilköğretim seviyesinden başlayarak fen bilgisi müfredatına entegre edilmiş etkinlikler kullanarak doğrudan yansıtıcı bilimin doğası öğretimi uygulanmalıdır. Bu öğretimlerde bilim tarihi ve bilim felsefesi kullanmak bilimin doğası anlayışının gelişmesinde pekiştirici olacaktır. Fen derslerinde bilim insanlarının gündelik hayatlarından kesitler sunmak ve çalışma biçimlerinden söz etmek öğrencilere bilimin işleyişi ile ilgili fikir vermekle birlikte, onların bilim insanları ile empati kurmalarına ve bilime ilgi duymalarına neden olacaktır.

Bu çalışmada ve literatürde yer alan diğer çalışmalarda görüldüğü üzere öğrencilerin teori ve kanunun tanımlarını kavramakta ve değişebilir doğalarını anlamakta zorlandıkları belirlenmiştir. Bunun giderilmesi için fen derslerinde ve özellikle biyoloji dersinde evrim teorisinin dayandığı bilimsel kanıtlar vurgulanmalı, bilim ve bilim dışı arasındaki sınırlar iyi tarif edilmelidir.

Bilimin doğası öğretiminin ve argümantasyon eğitiminin birlikte yapılması, sınıf içinde öğrencilerin tartışmalarına imkân tanınması öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını pekiştirmektedir. Doğrudan yansıtıcı bilimin doğası etkinlikleri uygulanırken

öğrencilerin tartışmalarına fırsat verecek ortamlar hazırlanmalı, öğrenciler tartışmaya teşvik edilmelidir. Böylelikle bilimin doğası ve argümantasyon eğitiminin birlikte verilmesi öğrencilerin bilimsel tartışma unsurlarını tanımlarına ve tartışmalarında etkili bir şekilde kullanmalarına fırsat sağlayacaktır.

Ayrıca öğrencilere sınıf içinde rahat ve özgür hissettikleri bir tartışma ortamının sunulması kimya dersine olan ilgilerini arttırabilir. Aynı şekilde kimya dersinde işlenen her konu sonunda sosyo-bilimsel bir konu hakkında tartışmaları konu ile ilgili bilgilerini pekiştireceği gibi bilimin doğası kavramlarını kullanmalarını olanak sağlayacaktır. Sosyo-bilimsel makalelerle tanışmak hem öğrencilerin bilimsel okuryazarlığına katkı sağlayacak önemli bir unsur olacak, hem de onların işlenen konuların gündelik hayatla bağlantısı kurmalarına ve öğrenmenin daha anlamlı hale gelmesine yardımcı olacaktır.

Ülkemizde fen eğitimi literatüründe lise düzeyinde bilimin doğası öğretimi ve argümantasyon eğitiminin birlikte uygulandığı bir çalışma bulunmamaktadır. Fen eğitiminde bilimsel okuryazarlığı destekleyen bu iki öğretimin yer aldığı çalışmaların sayısının artması bu çalışmanın sonuçlarının geliştirilmesi açısından önemlidir. Benzer bir çalışmanın ilköğretim, ortaokul veya üniversite öğrencileri ile uygulanması aracılığıyla farklı seviyelerdeki öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının ve argümantasyon becerilerinin gelişmesine etkisi araştırılabilir. Aynı zamanda bu tür çalışmaların sayısının artması fen alanında farklı konularda uygulanacak materyallerin gelişmesine olanak sağlayacaktır.

Bilimin doğası görüşlerini ve argümantasyon becerilerini geliştirmek için yapılan çalışmaların uzun süreye yayılarak uygulanması daha etkili olmaktadır ve bu sebeple araştırmacılar, daha uzun sürece yayılan ve metoda odaklanan öğretimler tasarlayabilir.

Müfredatta belirtilen konuların yetişmesi gerekliliğinden dolayı daha zaman isteyen sözlü argümantasyon etkinliklerinin yerini yazılı argümantasyon etkinlikleri alabilir. Öğrencilerin konu ile ilgili bilgi eksiklerinin olması sözlü argümantasyona katılırken çekimser davranmalarına yol açabilir. Ayrıca öğrencilerin sözlü argümantasyon yapmaları için ayrıntılı argüman eğitimi almaları gerekmele beraber, grup içinde birlikte çalışmakta zorlanabilirler. Bütün bunlar yazılı argümantasyon aktivitelerinin öğrencilerin argümantasyon becerilerini ve bilimin doğası görüşlerini ifade etmek için daha avantajlı bir konumda olduğunu göstermektedir. Yazılı argümantasyon aktiviteleri

öğrencilerin bilimsel konularla ve bilimin doğası ile ilgili kavram yanlışlıklarını belirlemek noktasında daha iyi bir alternatif olarak görülebilir.

Öğrencilerin bilimin doğası konusunda görüşlerini ölçerken uygulanan etkinlikler, tartışmalar ve soru formları yürütülen doğrudan yansıtıcı öğretim ve dersin içeriği doğrultusunda geliştirilmelidir. Örnek olarak kimya dersi konuları ekseninde yapılan bilimin doğası öğretimi değerlendirilirken biyoloji ile ilgili bir kavram üzerinden öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ölçmek öğrencilerin alan bilgisi konusunda kendilerini yetersiz hissetmelerine, bilimin doğası görüşlerini ifade etmekte zorlanmalarına ve kimya dersi dahilinde öğrendikleri bilimin doğası kavramlarını biyoloji alanına transfer etmekte zorlanmalarına sebep olabilir. Bu nedenle kimya, fizik veya biyoloji derslerine özgü bilimin doğası ve argümantasyon becerileri soru formlarının tasarlanması fen eğitimi alanına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abd-El-Khalick, F. (1998). *The influence of history of science courses on students' conceptions of the nature of science*. (Unpublished doctoral dissertation). Oregon State University, Oregon.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but..., *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. ve Akerson, V.L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88, 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. ve Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F. ve Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Acar, Ö., Türkmen, L. ve Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision-making research findings: crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191-1206.
- Adıbelli-Şahin, E. ve Deniz, H. (2017). Elementary teachers' perception about the effective features of explicit-reflective nature of science instruction. *International Journal of Science Education*, 39(6), 761-790.
- Ağlarcı, O. (2014). *Doğrudan-yansıtıcı yaklaşıma dayalı öğretimin kimya öğretmen adaylarının bilimin doğası görüşlerine etkisi*. Yayımlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversite Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aikenhead, G. S. ve Ryan, A. G. (1992). The Development of a New Instrument - Views on Science-Technology-Society (Vosts). *Science Education*, 76(5), 477-491.
- Airasian, P. W. ve Walsh, M. E. (1997). Cautions for Classroom Constructivists. *The Education Digest; Ann Arbor*, 62.8, 62-68.
- Akerson, V.L., Abd-El-Khalick, F., ve Lederman, N.G. (2000). Influence of a Reflective, Explicit, Activity-Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295- 317.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L. ve Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 751-772.

- Aldağ, H. (2006). Toulmin tartışma modeli. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 13-34
- Allchin, D. (2000). How not to teach historical cases in science. *Journal of College Science Teaching*, 30(1), 33.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Asan, H. T. (2013). Bilimde süreklilik ve devrim: Thomas Samuel Kuhn. Selma Dünder (Ed.). *Eğitimde bilim teorisi* (1. Baskı) (s.75-100). Ankara: Nobel Akademi.
- Aslan, O.; Yalçın, M. ve Taşar, M.F. (2009). Fen ve Teknoloji Öğretmenlerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşleri. *Ahi Evran Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 1-8
- Aslan, S. (2010). Tartışma esaslı öğretim yaklaşımının öğrencilerin kavramsal algılamalarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 18(2), 467-500.
- Ataç Özdemir, İ. B. (2009). *Teaching module that integrates visualisation tools and inquiry to address concepts of reversibility, incomplete conversion and dynamic equilibrium*. (Unpublished master thesis). Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Aydeniz, M., Pabuçcu, A., Çetin, T. S. ve Kaya, E. (2012). Argumentation and students' conceptual understanding of properties and behaviours of gases. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10, 1303-1324.
- Bakanlığı, M. E. (2008). *Ortaöğretim 10. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Bakanlığı, M. E. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Bayır, E. ve Köseoğlu, F. (2010). Açık-düşündürücü sorgulayıcı-araştırmaya dayalı mesleki gelişim çalışma atölyesinin geliştirilmesi ve bilimsel bilginin doğası anlayışına etkisinin araştırılması. *Journal of Kirsehir Education Faculty*, 11 (4), 243-262.
- Bazerman, C. (1988). *Shaping written knowledge: the genre and activity of the experimental article in science*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Bell, P. ve Linn, M.C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Bell, R. L. ve 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.
- Berland, L. K. ve Reiser, B. J. (2009), Making sense of argumentation and Explanation. *Science Education*, 93(1), 26-55.
- Billig, M. (1987). *Arguing and thinking: a rhetorical approach to social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J. ve Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and

- religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 340-362.
- Büyüköztürk (2009). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (10. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (4. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Cansız, M. (2014). *The Effect Of History Of Science Instruction On Elementary Students' Scientific Literacy*. (Doctoral Dissertation). Middle East Technical University.
- Cey, T. (2001). Moving Towards Constructivist Classrooms. University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada. Retrieved from: <http://www.usask.ca/education/coursework/802papers/ceyt/ceyt.pdf>.
- Cotham, J. S. ve Smith, E. L. (1981). Development and validation of the conceptions of scientific theories test. *Journal of Research in Science Teachings*, 18(5), 387-396.
- Creswell, J. W. (2003). *Research desig. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. (2 ed.). USA: Sage Publications.
- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2015). *Karma Yöntem Araştırmaları: Tasarımı ve Yürütülmesi* (S. B. Demir, Trans. Y. Dede Ed. 2 ed.).
- Çakmakçı, G. (2012). Promoting pre-service teachers' ideas about nature of science through educational research apprenticeship. *Australian Journal of Teacher Education*, 37 (2), 114-135.
- Çavuş, S. (2010). *İlköğretim Fen Bilgisi ve Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Bilimin Doğası Hakkındaki Görüşlerinin Geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.
- Çetin, P. S., Kutluca, A. Y. ve Kaya, E. (2013). Öğrencilerin argümantasyon kalitelerinin incelenmesi. *Fen Eğitimi ve Araştırmaları Derneği Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 2(1), 56-66.
- DeCorte, E. (2003). Transfer as the productive use of acquired knowledge, skills and motivations. *Current Directions of Psychological Science*, 12(4), 142-146.
- Demir, Ö. (2000). *Bilim felsefesi* (3. Baskı). Ankara: Vadi.
- Demircioğlu, T. ve Uçar, S. (2014). Investigation of written arguments about Akkuyu Nuclear Power Plant. *Elementary Education Online*, 13(4), 1373-1386.
- Demirel, R. (2015b). Katı basıncı konusunda argümantasyon etkinliğinin uygulanması. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 5(2), 70-90.
- Deryakulu, D. ve Bıkmaz, F. H. (2003). Bilimsel epistemolojik inançlar ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Eğitim Bilimleri ve Uygulama*, 2(4), 243-257.
- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K. ve Çavuş, S. (2012). *Bilimin doğası ve öğretimi* (2. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E. ve Scott P.(1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*. 23(7), 5-12
- Driver, R. ve Erickson, G. (1983). Theories- in Action: Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual framework in science. *Studies of Science Education*
- Driver, R., Leach, J., Millar, R. ve Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Bristol, UK: Open University Press.
- Driver, R., Newton, P. ve Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R.A. (1990). *Restructuring science education: The importance of Theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Duschl, R. ve Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Eastwood, J. L., Sadler, T. D., Zeidler, D. L., Lewis, A., Amiri, L. ve Applebaum, S. (2012). Contextualizing nature of science instruction in socioscientific issues. *International Journal of Science Education*, 34(15), 2289-2315.
- Erdem, E. ve Demirel Ö. (2002). Program Geliştirmede Yapılandırmacılık Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23, 81-87.
- Erdoğan, M. N. (2011). *Açık-düşündürücü Öğretim Dizini Bilimin Doğası Odaklı Fen İçeriği Öğretiminin Lise Öğrencilerinin Bilimin Doğası Anlayışlarına Etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erdoğan, M. N. ve Köseoğlu, F. (2012). Analysis of High School Physics, Chemistry and Biology Curriculums in terms of Scientific Literacy Themes. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2899-2904.
- Erdoğan, M. N. ve Köseoğlu, F. (2015). Explicit-reflective instruction of nature of science as embedded within the chemical equilibrium. *Eğitimde Kurum ve Uygulama*, 11(2), 717-741.
- Erduran, S., Ardaç, D. ve Yakmacı-Güzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of preservice secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2(2), 1-14.
- Erduran, S., Simon, S. ve Osborne, J. (2004). TAPping into Argumentation: developments in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, .88(6), 915-933
- Erduran, S. ve Jiménez-Aleixandre, M.P. (2007). *Argumentation in Science Education* (pp. 3–7). Dordrecht: Springer
- Felton, M. ve Kuhn, D. (2001). The development of argumentative discourse skill. *Discourse Processess*, 32(2-3), 135-153.
- Garcia-Mila, M. ve Andersen, C. (2007). Cognitive foundations of learning argumentation. Erduran, Jiménez-Aleixandre (eds.) *Argumentation in Science Education* (29-45). Springer.

- Geban, Ö., Aşkar, P. ve Özkan, İ. (1992). Effects of computer simulated experiments and problem solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10.
- Geban, Ö., Ertepinar, H., Yılmaz, G., Altan, A. ve Şahbaz, F. (1994). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin fen bilgisi başarılarına ve fen bilgisi ilgilerine etkisi. *Birinci Ulusal Fen Bilimleri Eğitim Sempozyumu Bildirileri*, 15-17 Eylül 1994, Buca Eğitim Fakültesi, İzmir.
- Göksu, V., Aslan, O., Özel, M. ve Şenel-Zor, T. (2016). Açık-düşündürücü ve tarih temelli öğretimin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimin doğası anlayışları üzerindeki etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 34(13), 313-327.
- Gültepe, N. ve Kılıç, Z. (2015). Effect of scientific argumentation on the development of scientific process skills in the context of teaching chemistry. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(1), 111-132.
- Gümrah, A. (2013). *Bilimsel tartışma yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin kimyasal değişimler konusunu anlamaları, bilimin doğası hakkındaki görüşleri, bilimsel süreç, iletişim ve argüman becerileri üzerine etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Hanson, W. E., Creswell, J. W., Clark, V. L. P., Petska, K. S. ve Creswell, J. D. (2005). Mixed methods research designs in counseling psychology. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2), 224-235.
- Hodson, D. (2014). Nature of science in the science curriculum: Origin, Development, implications and shifting emphases. In M. R. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (pp. 911-970): Springer.
- Howe, E. M. (2003). Using history of research on sickle cell anemia to effect preservice teachers' conceptions of nature of science. *Association for the Education of Teachers in Science*, International Conference, St. Louis, MO, February.
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26.
- Irzik, G. ve Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20(7-8), 591-607.
- İçöz, Ö. F. (2012). The relationship among secondary school students' attitudes, motivation and self-efficacy, beliefs toward chemistry lessons. Unpublished master thesis. *Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Turkey*.
- İnce, K. ve Özgelen, S. (2015). Bilimin Doğası Alanında Son 10 Yılda Yapılan Çalışmaların Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 11(2), 447-468.
- İrez, S.; Bakanay, Ç. D.; Şeker, H.; Güney, B.; Kahveci, A. ve Barutçuoğlu, S. S. (2011). A Tipology of Science Teachers' Aims in Incorporating the History of Science in Science Teaching. *Science & Culture: Promise, Challenge and*

Demand, 11th International IHPST and 6 th Greek History, Philosophy and Science Teaching Joint Conference, 359-65

- Jiménez-Aleixandre, M.-P. ve Pereiro-Munoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1171–1190.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B. ve Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Johnson, A. P. (2014). *Eylem araştırması el kitabı* (1. Baskı). Yıldız Uzuner ve Meltem Özten Anay (çev.). Ankara: Anı.
- Kabapınar, F. (2003). Kavram yanlışlarının ölçülmesinde kullanılabilecek bir ölçeğin bilgi kavrama düzeyini ölçmeyi amaçlayan ölçekten farklılıklar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 35, 398-417.
- Karasar, N. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemi* (21 ed.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kaya, E. (2013). Argumentation practices in classroom: pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139-1158.
- Kaya, E., Çetin, P. S. ve Erduran, S. (2014). Adaptation of two argumentation tests into Turkish. *Elementary Education Online*, 13(3), 1014-1032.
- Kaya, G. (2011). *Fen kavramlarıyla ilişkilendirilmiş doğrudan yansıtıcı yaklaşımın ilköğretim öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerine ve akademik başarılarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kaya, O. N. ve Kılıç, Z. (2008). Etkin bir fen öğretimi için tartışmacı söylev. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(3), 89-100.
- Kelly, G. J. ve Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Kenyon, L. ve Reiser, B. J. (2006, April). *A functional approach to nature of science: Using epistemological understandings to construct and evaluate explanations*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), San Francisco, CA.
- Khishfe, R. (2008). The development of seventh graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(4), 470-496.
- Khishfe, R. (2012a). Relationship between nature of science understandings and argumentation skills: a role for counterargument and contextual factors. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(4), 429-537.
- Khishfe, R. (2012b). Nature of science and decision-making. *International Journal of Science Education*, 34(1), 67-100.

- Khishfe, R. (2013). Transfer of nature of science understandings into similar contexts: Promises and possibilities of an explicit reflective approach. *International Journal of Science Education*, 35(17), 2928-2953.
- Khishfe, R. (2014). Explicit nature of science and argumentation instruction in the context of socioscientific issues: an effect on student learning and transfer. *International Journal of Science Education*, 36(6), 974-1016.
- Khishfe, R. (2015). A Look into Students' Retention of Acquired Nature of Science Understandings. *International Journal of Science Education*, 37(10), 1639-1667.
- Khishfe, R. ve Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Khishfe, R., Alshaya, F. S., Boujaoude, S., Mansour, N. ve Alrudiyan, K. I. (2017). Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 39(3), 299-334.
- Khishfe, R. ve Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus nonintegrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 395-418.
- Kıngır, S., Geban, Ö. ve Günel, M. (2011). Öğrencilerin kimya derslerinde argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımının uygulanmasına ilişkin görüşleri. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32, 15-28.
- Kızıltepe, Z. (2004). *Öğretim: Eğitim Psikolojisine Çağdaş Bir Yaklaşım*. İstanbul: Merteks.
- Kim, S. ve Hand, B. (2015). An analysis of argumentation discourse patterns elementary teachers' science classroom discussions. *Journal of Science Teacher Education*, 26(3), 221-236.
- Kirk, J. ve Miller, M. L. (1986). *Reliability and validity in qualitative research*. Sage.
- Kitcher, P. (1988). The child as parent of the scientist. *Mind and Language*, 3(3), 215-228.
- Klopfer, L. (1969). The teaching of science and the history of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 6, 87-95.
- Köseoğlu, F.; Tümay, H. ve Budak, E. (2008). Bilimin Doğası ile İlgili Paradigma Değişimleri ve Öğretimi ile İlgili Yeni Anlayışlar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28(2), 221-237.
- Köseoğlu, F.; Tümay, H. ve Üstün, U. (2010). Bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketinin geliştirilmesi ve öğretmen adaylarına uygulanması ile ilgili tartışmalar, *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(4), 129-162.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as Argument. *Harvard Educational Review*, 62(2), 155-178.

- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 77(3), 319– 337.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kuhn, L. ve Reiser, B. J. (2006, April). *Structuring activities to foster Argumentation discourse*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association (AERA), San Francisco, CA.
- Kuhn, T. S. (2008). *Bilimsel devrimlerin yapısı* (8. Baskı). Nilüfer Kuyaş (çev.). İstanbul: Kırmızı.
- Kutluca, A. Y. (2012). Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının klonlamaya ilişkin bilimsel ve sosyo-bilimsel argümantasyon kalitelerinin alan bilgisi yönünden incelenmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Küçük, M. (2006). *Bilimin doğasının ilköğretim 7. sınıf öğrencilerine öğretmeye yönelik bir çalışma*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Larson, J. O. (2000). *Fostering instrumentalist conceptions of the nature of science: a classroom study*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST).
- Latour, B. (1987). *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1387-1408.
- LeCompte, M. D. ve Goetz, J. P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of educational research*, 52(1), 31-60.
- 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. (2007). Nature of science: Past, present, and future. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lederman, J. S. ve Khishfe, R. (2002). Views of nature of science, Form D. *Unpublished paper*. Illinois Institute of Technology, Chicago, IL.
- Lederman, N. G. ve O'Malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.
- Lederman, N. G., Schwartz, R. S., Abd-El-Khalick, F. ve Bell, R. L. (1999). Preservice teachers and their nature of science instruction: Factors that facilitate success. In *Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, Boston, MA.

- Lederman, N. G. ve Abd-El-Khalick, F. (1998). Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science. In W. F. McComas (Ed.), *Rationales and strategies nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126).
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. ve 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., Kim, B.-S. ve Ko, E.-K. (2006, April). *Project ICAN: A program to enhance teachers' and students' understandings of nature and science and scientific inquiry*. Paper presented at the annual meeting of Natural Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA.
- Liu, S-Y., Linn, C-S. ve Tsai, C-C. (2010). College students' scientific epistemological views and thinking patterns in socioscientific decision making. *Science Education*, 497-516.
- Maloney, J. ve Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28(15), 1817-1841.
- Martin, M. (1994). Pseudoscience, the paranormal, and science education. *Science & Education*, 3(4), 357-371.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Psychology Press.
- Matthews, M. R. (2012). Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In M. S. Khine (Ed.), *Advances in Nature of Science Research* (pp. 3-26): Springer.
- Matthews, M. R. (2017). *Fen Öğretimi: Bilim Tarihinin ve Felsefesinin Katkısı*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi.
- McComas, W. F. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think we know about nature of science. *School Science and Mathematics*, 96(1), 10-16.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths of science *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. (pp. 53-70). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. Ve Olson, J. K. (2000). International Science Education Standards documents (41-52) In W.F.Mccomas (Ed.) *The nature of science in science education rationales and strategies*. Kluwer Academic Publishers
- McComas, W. F., Clough, M. P. ve Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- McDonald, C.V. (2008). *Exploring the influence of a science content course incorporating explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science*. Centre for Learning Innovation, Queensland University of Technology, Brisbane, Avusturalya.

- McDonald, C. V. (2010). The Influence of Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction on Preservice Primary Teachers' Views Of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.
- Means, M. L. ve Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability and knowledge levels. *Cognition & Instruction*, 14, 139-179.
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Morgil, İ., Temel, S., Seyhan, H. G. ve Alşan, E. U. (2009). Proje tabanlı laboratuvar uygulamasının öğretmen adaylarının bilimin doğası konusundaki bilgilerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 6(2), 92-109.
- Moss, D. M., Abrams, E. D. ve Robb, J. (2001). Examining student conceptions of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 23(8), 771-790.
- Niaz, M. (2001). Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. *Science Education*, 85(6), 684-690.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. ve Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.
- Ogan-Bekiroğlu, F. ve Eşkin, H. (2012). Examination of the relationship between engagement in scientific argumentation and conceptual knowledge. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(6), 1415-1443.
- Ogunniyi, M. B. (1983). Relative effects of a history/philosophy of science course on student teachers' performance on two models of science. *Research in Science & Technological Education*, 1, 193-199.
- Ogunniyi, M. B. (2006, April). *Using an argumentation-instrumental reasoning discourse to facilitate teachers' understanding of the nature of science*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), San Francisco, CA.
- Okumuş, S. (2012). *Maddenin halleri ve ısı ünitesinin bilimsel tartışma (argümantasyon) modeli ile öğretiminin öğrenci başarısına ve anlama düzeylerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Zonguldak.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. ve Duschl, R. (2003). What "ideas-about-science" should be taught in school science? - A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J., Erduran, S., ve Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Education*, 41(10), 994-1020.

- Önen, F. (2011). *Bilimin doğası konusunda derse entegre edilmiş ve edilmemiş doğrudan yansıtıcı yaklaşım etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel bilginin doğası anlayışlarına etkisi: Atom ve kimyasal bağlar.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Önen Öztürk, F. Ve Bayram, H. (2014). Kimya dersine entegre edilmiş bilimin doğası öğretiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi. *International Journal of Social Science*, 30, 429-452.
- Özer, G. (2009). Bilimsel tartışmaya dayalı öğretim yaklaşımının öğrencilerin mol kavramı konusundaki kavramsal değişimlerine ve başarılarına etkisinin incelenmesi. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Özlem, D. (1998). Evrensellik Mitosu ve Sosyal Bilimler. Bora Tanıl Sökmen ve Semih Şahin Kaya (der.). *Sosyal Bilimleri Yeniden Düşünmek* (s. 53-66). İstanbul: Metis.
- Pabuçcu, A. ve Erduran, S. (2012). *Kimya ve argümantasyon: kimyanın hikaye ve tartışma yöntemleri ile öğretilmesi.* İstanbul: Türkiye Kimya Derneği.
- Pabuçcu, A. ve Erduran, S. (2017). Beyond rote learning in organic chemistry: the infusion and impact of argumentation in tertiary education. *International Journal of Science Education*.
- Palmquist, B. C. ve 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.
- Patronis, T., Potari, D. ve Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: implications for teaching. *International Journal of Science Education*, 21(7), 745-754.
- Pınarbaşı, T. (2002). Çözünürlükle ilgili kavramların anlaşılmasında kavramsal değişim yaklaşımının etkinliğinin incelenmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum*.
- Pomeroy, D. (1993). Implications of teachers' beliefs about the nature of science: Comparison of the beliefs of scientists, secondary science teachers, and elementary teachers. *Science Education*, 77(3), 261-278.
- Preece, P. F. W. ve Baxter, J. H. (2000). Scepticism and gullibility: the superstitious and pseudo-scientific beliefs of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1147-1156.
- Rubba, P. A. ve Anderson, H. (1978). Development of an instrument assess secondary school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449-458.
- Rumelhart, D. E. ve Norman, D. A. (1981). Analogical processes in learning. *Cognitive skills and their acquisition*, 335-359.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W. ve Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.

- Sadler, T. D. ve Zeitler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93.
- Sampson, V. D. ve Clark, D. B. (2006). *Assessment in science education: a critical review of the literature*. Paper presented at the 7th International Conference on Learning Sciences (ICLS 2006), Bloomington, IN, USA.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Sandoval, W.A. ve Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369– 392.
- Sandoval, W.A. ve Millwood, K.A. (2005). *The quality of students' use of Evidence in written scientific explanations*, 23(1), 23-55.
- Sandoval, W.A. ve Millwood, K.A. (2007). What can argumentation tell us about epistemology? In S. Erduran & M.-P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 71–88). Dordrecht: Springer
- Schwartz, R. S. ve Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R.S., Lederman, N.G., ve Thompson, T. (2001). Grade nine students' views of nature of science and scientific inquiry: The effects of an inquiry-enthusiast's approach to teaching science as inquiry. *National Association of Research in Science Teaching* (NARST) kongresinde sunulmuş bildiri.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G. ve Crawford, B. A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Sevinc, M. (2006). Development of Turkish Education Policy and the Modernization of Primary Education. *Childhood Education*, 347-352
- Showalter, V. M. (1974). *What is united science education? Program objectives and Scientific literacy*. Prism, II, 2.
- Siegel, H. (1995). Why should educators care about argumentation? *Informal Logic*, 17(2), 159-176.
- Smith, C., Maclin, D., Houghton, C. ve Hennessey, M. G. (2000). Sixth grade students' epistemologies of science: The impact of school science experiences on epistemological development. *Cognition and Instruction*, 18(3), 349-422.
- Smith, M. U. ve Scharmann, L. C. (1999). Defining versus describing the nature of science: A pragmatic analysis for classroom teachers and science educators. *Science Education*, 83, 493-509.

- Soysal, Y. (2012). Sosyo-bilimsel argümantasyon kalitesine alan bilgisi düzeyinin etkisi: genetiği değiştirilmiş organizmalar. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Şekerci, A. R. (2013). Kimya laboratuvarında argümantasyon odaklı öğretim yaklaşımının öğrencilerin argümantasyon becerilerine ve kavramsal anlayışlarına etkisi. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) [Turkish Board Of Education], 2007, Ortaöğretim 9. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı, http://ttkb.meb.gov.tr/ogretmen/modules.php?name=downloads&d_op=getit&lid=1060
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (TTKB) [Turkish Board Of Education], 2008, Ortaöğretim 10. Sınıf Kimya Dersi Öğretim Programı, <http://ttkb.meb.gov.tr/program.aspx?islem=1&kno=81>
- Terzi, A. R. (2005). Üniversite öğrencilerinin bilimsel epistemolojik inançları üzerine bir çalışma. *Sosyal Bilimler Dergisi*. <http://www.aku.edu.tr/AKU/DosyaYonetimi/SOSYALBILENS/dergi/VII2/Terzi.pdf> adresinden 28.02.2014 tarihinde erişilmiştir.
- Tezci, E. ve Uysal, A. (2004). Eğitim teknolojisinin gelişimine epistemolojik yaklaşımların etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 22, 158-164.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument (updated ed., 2003)* Cambridge, UK.: Cambridge University Press.
- Tsai, C. C. (2002). Nested epistemologies: science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education*, 24(8), 771-783.
- 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, İstanbul.
- Türkoğuz, S. ve Cin, M. (2013). Argümantasyona dayalı kavram karikatürü etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine etkisi. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 155-173.
- Tüysüz, C., Tatar, E. ve Kuşdemir, M. (2010). Probleme Dayalı Öğrenmenin Kimya Dersinde Öğrencilerin Başarı Ve Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 48-55.
- Ulu, C. ve Bayram, H. (2015). Argümantasyon tabanlı bilim öğrenme yaklaşımına dayalı laboratuvar etkinliklerinin 7. Sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmelerine etkisi: yaşamımızdaki elektrik ünitesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37(1), 63-77.
- Ünal Çoban, G. (2009). *Modellemeye Dayalı Fen Öğretiminin Öğrencilerin Kavramsal Anlama Düzeylerine, Bilimsel Süreç Becerilerine, Bilimsel Bilgi ve Varlık Anlayışlarına Etkisi: 7. Sınıf Işık Ünitesi Örneği*. (Yayınlanmamış doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Jackson, S. ve Jacobs, S. (1996). Argumentation. In T. A. van Dijk (ed.). *Discourse studies: a multidisciplinary introduction*. Sage.
- Vhurumuku, E., Holtman, L., Mikalsen, O. ve Kolsto, S. D. (2006). An investigation of Zimbabwe high school chemistry students' laboratory work-based images of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 127-149.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Walker, K. A. ve Zeidler, D. L. (2004, April). *The role of students' understanding of the nature of science in a debate activity: Is there one?* Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Vancouver, BC, Canada.
- Walker, K. A ve Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1387-1410.
- Walton, D. N. (1996). *Argumentation schemes for presumptive reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Walton, D. N. (1989). *Informal logic: a handbook for critical Argumentation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yalçinoğlu, P. ve Anagün, Ş. S. (2012). Teaching nature of science by explicit approach to the preservice elementary science teachers. *İlköğretim Online*, 11(1).
- Yenice, N. (2015). *Bilimin Doğası Gelişimi ve Öğretimi* (1. Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 807-838.
- Yeşiloğlu, S. N. (2007). *Gazlar konusunun lise öğrencilerine bilimsel tartışma (argümantasyon) odaklı yöntem ile öğretimi*. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (6 ed.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, C. (1999). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme: Öğretmenler için el kitabı*. Hacettepe Sosyal ve İdari Bilimler Fakültesi.
- Yıldırım, C. (2012). *Bilim Felsefesi* (16 ed.). İstanbul: Remzi Kitabevi.
- Yore, L., Bisanz, G. L. & Hand, B. M. (2003). Examining the literacy component of science literacy: 25 years of language arts and science research. *International Journal of Science Education*, 25(6), 689-725.
- Yurdakul, B. (2005). Yapılandırmacılık. In Ö. Demirel (Ed.), *Eğitimde Yeni Yönelimler* (pp. 39-65). Ankara: Pegem Akademi.
- Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A. ve Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

- Zohar, A. (1996). Transfer and retention of reasoning skills taught in biological contexts. *Research in Science and Technological Education*, 14, 205-209.
- Zohar, A. ve Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.



EKLER

Ek 1. Bilimin Doğası Hakkında Görüşler Ölçeği (VNOS-C)

Bilimin Doğası Hakkında Düşünceler Ölçeği (VNOS-C)

Öğrencinin

Adı-Soyadı :

Numarası :

Sorulara verdiğiniz yanıtlar için teşekkür ederim. Gerekirse kâğıdın arka yüzünü kullanabilirsiniz. Soruların doğru ya da yanlış cevabı yoktur, sizlerin bilim ile ilgili görüşlerinizi öğrenmek için sorulmuştur.

1. Sizce bilim nedir? Bilimi (fizik, biyoloji gibi bir disiplini) diğerlerinden (felsefe, din, vb.) ayıran özellikler nelerdir?

Bilim insanların kullandığı evrensel bir bilimsel yöntem var mıdır? Lütfen açıklayın.

2. Deney nedir?

Deneyi değişkenlerin kontrolü olarak mı yoksa genel prosedürler olarak mı değerlendiriyorsunuz? Lütfen açıklayınız?

Bir teoriyi ya da hipotezi nasıl ispatlarsınız? Size göre bilimsel bir iddiayı ispatlamak için ne kadar kanıt ya da deney gereklidir?

3. Bilimsel bilginin gelişmesi için deneyler gerekli midir?

- Eğer cevabınız evet ise, nedenini açıklayınız ve haklılığınızı gösteren bir örnek veriniz.
- Eğer cevabınız hayır ise, nedenini açıklayınız ve haklılığınızı gösteren bir örnek veriniz.

4. Bilimsel teori nedir?

5. Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir fark var mıdır? Cevabınızı bir örnek ile açıklayınız.
Teori ve kanunun statülerini ve bilimsel olarak önemlerini düşünürseniz bunları nasıl sıralardınız?

6. Bilim insanları bir teori geliştirdikten sonra (örn. Atom teorisi, evrim teorisi), bu teori değişebilir mi?

Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız nedenini örneklerle açıklayınız.

Eğer bilimsel teorilerin değişebileceğine inanıyorsanız

- (a) teorilerin neden değişebileceğini açıklayınız,
(b) eğer teoriler değişiyorsa bir gün değişebilecek bu teorileri neden fen derslerinde öğretiyoruz?
Cevabınızı örnekler kullanarak açıklayınız.

7. Fen kitapları genelde atomu proton (pozitif yüklü parçacıklar) ve nötronlardan (nötral yüklü parçacıklar) oluşan bir çekirdek ve bu çekirdeğin yörüngesinde dönen elektronlardan (negatif yüklü parçacıklar) oluşmuş olarak tarif ederler. Sizce bilim insanları atomun yapısından ne kadar eminler? Bilim insanları atomun yapısını belirlemede ne gibi deliller kullanmaktalar?

Atomlar gözlenebilir mi?

8. Fen kitapları biyolojik tür kavramını genel olarak ortak özellikler taşıyan ve kendi aralarında çiftleştiklerinde verimli döller meydana getirebilen organizma topluluğu olarak vermektedir. Sizce bilim insanları yaptıkları tür tanımlamasından nasıl emin olabilirler? Bilim insanları türleri birbirinden ayırt etmede ne gibi deliller kullanmaktalar?

Bazı kurt ve köpek türlerinin birbirleri ile çiftleşebildikleri ve sonuçta verimli döller meydana getirebildikleri bilinmektedir. Bu durum, yani farklı isimler ile adlandırılan farklı türlerin çiftleşebilmesi, yukarıda tanımlanan tür kavramı ile çelişmekte midir?

9. Bilim insanları ortaya koydukları sorulara cevap ararken deneyler/incelemler yaparlar. Sizce bilim insanları araştırmalarında hayal güçlerini ve yaratıcılıklarını kullanırlar mı?

- Cevabınız evet ise, sizce bilim insanları yaratıcılık ve hayal güçlerini araştırmanın hangi safhalarında kullanırlar; planlama ve araştırma dizaynının yapılması mı, veri toplama aşaması mı, yoksa veri toplama aşamasından sonra mı? Lütfen bilim insanlarının yaratıcılık ve hayal gücünü neden kullandıklarını uygun örneklerle açıklayın.
- Eğer bilim insanlarının çalışmalarında yaratıcılık ve hayal gücünü kullanmadıklarını düşünüyorsanız lütfen nedenini örneklerle açıklayın.

Yaratıcılık ve hayal gücü bir şeyleri kafada yaratmak anlamına da gelmektedir. Sizce bu anlamıyla yaratıcılık ve hayal gücünün bilimde yeri var mıdır?

10. Bilim insanlarının bazıları Türkiye de yakın bir tarihte deprem olacağını bazıları ise olmayacağını öne sürmektedir. Her iki grup bilim insanı aynı bilimsel verilere baktıkları halde neden farklı sonuçlara ulaşmış olabilirler?

11. Bundan 65 milyon yıl önce dinozorların neslinin tükendiğine inanılmaktadır. Dinozorların yok oluşu ile ilgili öne sürülen hipotezlerden iki tanesi diğerlerine oranla daha fazla kabul görmektedir. Bir grup bilim insanı tarafından oluşturulan birinci hipoteze göre bundan 65 milyon yıl önce dünyaya çarpan büyük bir meteor ve bu çarpmanın neden olduğu koşullar dinozorların yok olmasına neden olmuştur. Diğer bir grup bilim insanı tarafından öne sürülen ikinci hipotez ise o dönemde meydana gelen büyük ve şiddetli volkanik patlamaların dinozorların yok oluşundan sorumlu olduğu şeklindedir. Aynı verilere sahip iki farklı bilim insanı grubunun değişik sonuçlara ulaşmasını nasıl değerlendiriyorsunuz?

12. Bazı insanlar bilimin sosyo-kültürel değerlerden etkilendiğini savunmaktadır. Yani onlara göre bilim üretildiği toplumun sosyal ve politik değerlerini, felsefi kabullerini ve kültürel normlarını yansıtmaktadır. Diğerleri ise bilimin evrensel olduğunu iddia etmektedir. Yani bilimin kültürel ve ulusal sınırları yoktur ve bilim sosyal, politik ve felsefi değerlerden etkilenmez.

- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerlerden etkilendiğini düşünüyorsanız lütfen düşüncenizi örneklerle açıklayın.
- Eğer bilimin evrensel olduğunu düşünüyorsanız lütfen düşüncenizi örneklerle açıklayın.

Ek 2. Sosyobilimsel Senaryolar – 1

Antibakteriyel Ürünlerin Diğer Yüzü

Antibakteriyel sabunlar, antibakteriyel kişisel temizlik ürünleri, antibakteriyel tekstil ürünleri, antibakteriyel mutfak malzemeleri... Önceleri hastanelerde kullanımları yaygın olan antibakteriyel pek çok ürün artık evimizde. Antibakteriyel olmaları avantaj gibi görünse de pek çok bilim insanı ve araştırma kurumu bu özelliği sorguluyor ve bu konuda araştırmalarına devam ediyor. Anlaşılan o ki “antibakteriyel ürünler sadece zararlı bakterileri mi öldürüyor?” ya da “antibakteriyel ürünlerin insan sağlığına zararı var mı?” gibi sorular henüz net olarak cevaplanmamış.

Triklosan, bakteri üremesini engellemek için çoğunlukla diş macununa, deodorant ve sabun gibi kozmetik ürünlere, mutfak gereçlerine ve tekstil malzemelerine eklenen antibakteriyel bir kimyasal madde. Triklosan deri yoluyla az miktarda emiliyor. Ama asıl emilim diş macunu kullanımında ağız yoluyla gerçekleşiyor. Bazı ürünlerde 40 yıldan fazladır kullanılıyor. Norveç Halk Sağlığı Enstitüsü’nden gelen haberler bu kimyasal maddenin çocuklarda alerji gelişimi riskini artırdığını söylüyor. ABD’de yapılan bazı çalışmalardan da benzer sonuçların elde edildiği biliniyor. Norveç’te yapılan çalışmada 10 yaşındaki çocukların idrarındaki triklosan düzeyinin, vücutta herhangi bir alerji olup olmadığına dair bilgi veren immunoglobulin E (IgE) seviyelerinin artışıyla ilişkili olduğu görüldü. Atlanta’daki Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezi’nde 623 idrar örneğinin incelenmesi sonucunda Norveçli çocukların yaklaşık %50’sinin, ABD’li çocukların ise yaklaşık %80’inin idrarında triklosan tespit edildi. Triklosan derideki, ağızdaki ve bağırsaklardaki bakteriyel florayı değiştirebiliyor. Yararlı bakterilerin kompozisyonundaki değişim ise alerji gelişimi riskinin artmasına neden olabiliyor. Bu yüzden antibakteriyel ürünlerin dolayısıyla da triklosan kullanımındaki artışın alerji görülme sıklığındaki artış ile ilişkili olduğu düşünülüyor.

2001’de triklosan kullanımıyla ilgili bir çalışmada toplam triklosan miktarının %85’inin kişisel bakım ve kozmetik ürünleri olduğu, bunların %75’inin de diş macunları olduğu tespit edilmiş. Bu çalışmadan sonra da pek çok ürüne triklosan katılmamaya başlanmış. Triklosan ilk olarak hastanelerdeki bakteriyel enfeksiyonları önlemek için geliştirilmişti, ama antibakteriyel ürünlerin evlere girmesiyle kullanımı yaygınlaştı. ABD Gıda ve İlaç Dairesi’ne (FDA) göre bazı diş macunlarında bulunan triklosan diş eti iltihabını engelliyor. Ancak antibakteriyel sabun kullanımının normal su ve sabun kullanımına göre insan sağlığına bir yarar sağladığına dair kanıt yok. Uzmanlar antibakteriyel ürünlerin çok fazla kullanılmasının bakteri türlerinde direnç oluşturma ihtimali konusunda kaygılı olduklarını belirtiyor. FDA ve ABD Çevre Koruma Ajansı triklosanın kimyasal yapısı çevrede kalıcı olan diğer zehirli kimyasal maddelere benzediği için, yeni kimyasal risk değerlendirmeleri yapıyor. Bu çalışmaların sonucuna dayanarak, araştırmacıların potansiyel sağlık riskleri açısından bu konuyu tekrar tartışmaya açacağı düşünülüyor. (Bilim ve Teknik Dergisi, Nisan 2013)

Sorular

1. Bir bilim adamı olarak triklosan maddesinin diş macunlarında ve antibakteriyel sabunlarda kullanılmasını destekliyor musunuz? Cevabınızı açıklayınız

.....

.....

.....

.....

2. Açıklamanıza katılmayan bir bilim adamı sizi ikna etmek için ne gibi gerekçeler öne sürebilir?

.....

.....

.....

.....

3. Siz haklı olduğunuzu göstermek için sizinle aynı fikirde olmayan bilim adamına nasıl cevap verirsiniz?

.....

.....

.....

.....

4. Size göre triklosan maddesinin antibakteriyel olarak kullanılması ile ilgili bilgiler gelecekte değişir mi? Nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

.....

5. Bir bilim adamı olarak ileriki yıllarda triklosan maddesinin antibakteriyel ürünlerde kullanılması ile ilgili görüşleriniz değişir mi?

.....

.....

.....

.....

6. Nasıl bir bulgu (ya da bulgular) olsa kararınız değişirdi?

.....

.....

.....

.....

7. Neden bilim adamları triklosan kullanımı ile ilgili farklı görüşlere sahipler? Açıklayınız

.....

.....

.....

.....

Ek 3. Sosyobilimsel Senaryolar – 2

KLOROFLOROKARBON

1800'lü yılların sonlarından 1929'a kadar buzdolaplarında soğutucu amaçlı olarak, metil klorür ve kükürt dioksit gibi zehirli gazlar kullanılıyordu. Özellikle metil klorür sızıntısı nedeniyle ölümle sonuçlanan birçok kaza olmuştu. İnsanlar bu zararlı ev aygıtını terk etmeye başlamışlardı ki ABD'de üç büyük şirket bir araya gelip daha tehlikesiz bir soğutucu yapmak için kolları sıvadı. Sonunda, 1928'de, "mucize bileşik" adını verdikleri freon gazının bulunduğunu duyurdular. Bu gaz her şeyden önce zehirli değildi; alev almıyor, başka kimyasal maddelerle tepkimeye girmiyor, kolayca sıvı hale dönüştürülebiliyordu. Freon, kimyasal adları kloroflorokarbon (CFC) olan birkaç değişik kimyasal maddenin ortak adıydı. Daha az tehlikeli olduğu için üretilmişti; ancak aslında ne kadar tehlikeli olduğu, yıllar sonra bilim insanlarının ozon tabakasında keşfettikleri delikle ortaya çıkacaktı.

Kloroflorokarbonlar, adından da anlaşılacağı gibi, klor, flor ve karbon atomlarından oluşmuş organik bileşiklerdir. I. Dünya Savaşı'ndan sonra geniş bir uygulama alanı bulan bu hidrokarbonların, endüstriyel, ticari ve ev uygulamaları çok çeşitlilik gösterir. Genellikle, buzdolapları ve soğutucularda, klimalarda, sprey ürünlerde, çözücülerde ve kimi ambalaj maddelerinde yaygın olarak kullanılırlar.

Ozon tabakası, yeryüzünü Güneş'ten gelen, zararlı, morötesi ışınların etkisinden korur. Stratosferdeki ozon yoğunluğundaki bir azalma, yeryüzüne ulaşan morötesi ışınların artmasına yol açar. Artan bu morötesi ışınlar, insanlarda bazı ciddi sağlık sorunlarına neden olabilir. Bunların arasında cilt kanseri, bağışıklık sistemi bozuklukları ve görme bozuklukları vardır. Morötesi ışınların yalnızca insanlar üzerinde değil bitkilerin, hayvanların ve hatta plastik malzemelerin üzerinde de olumsuz etkileri vardır. CFC'ler uzun ömürlü bileşiklerdir. Havaya salındıklarında bu bileşikler, stratosfere ulaşır. Güneş'ten gelen morötesi ışınlar, CFC'leri parçalayarak atmosfere klor salmalarına neden olur. Ortaya çıkan bu klor iyonları da ozonla bir araya gelerek klor monoksit adı verilen bir bileşik oluştururlar. Bu sırada oksijen atomları serbest hale gelir. Bunlar da klor monoksit molekülleriyle çarpıştıklarında iki oksijen atomu bir araya gelerek bir oksijen molekülü oluşturur. Bu zincirleme tepkime böylece sürerek ozon moleküllerini etkiler. Bu süreç, ozon yoğunluğunun azalmasına ve ozon tabakasında da bir incelmeye yol açar. Son 30 yılda atmosfere salınan CFC gazları nedeniyle, ozon tabakasında %4 ile %5 oranında azalma ortaya çıktı. Buna koşut olarak belirli bölgelerde yaşayan insanlarda cilt kanseri riski de önemli ölçüde arttı. Bunun tek nedeni de ozon tabakasındaki incelmeye ve bunun sonucu olarak morötesi ışınların atmosferde daha az tutulması. Peki, CFC'ye karşı bir seçenek var mı? Kloroflorokarbonun bileşenlerinde değişiklik yapılsa bile ozon tabakasına zarar verme potansiyelini taşımayı sürdürüyor. Bir alternatifi, hidrojen, karbon, flor ve klor atomları içeren hidroklorofloroklorokarbon. Bu bileşikteki hidrojen atomları troposferdeki kimyasal maddelerle klor atomlarını yeniden tepkime yapar duruma getiriyor. Bu sayede klor atomlarının stratosfere ulaşmasında ciddi bir düşüş sağlanıyor. Şimdilik alternatif olarak görülen bu bileşiklerin 2020'den itibaren de klor içermeyen hidroflorokarbonlarla değiştirilmesi planlanıyor. Bu bileşikler de hidrojen, flor ve karbon içeren organik bileşikler. Bu bileşiklerin CFC'ye karşı iyi bir seçenek olduğu düşünülüyor; klor içermediklerinden ozon tabakası için bir tehlike oluşturmuyorlar. (Bilim ve Teknik Dergisi, Aralık,2008)

1.Bir bilim insanı olarak hidroflorokarbon'ların soğutucularda, buzdolaplarında, klimalarda kullanılmasını destekliyor musunuz? Cevabınızı açıklayınız

.....

.....

.....

.....

2. Açıklamanıza katılmayan bir bilim insanı sizi ikna etmek için ne gibi gerekçeler öne sürebilir?

.....

.....

.....

.....

3. Siz haklı olduğunuzu göstermek için sizinle aynı fikirde olmayan bilim insanına nasıl cevap verirsiniz?

.....

.....

.....

.....

4. Size göre hidroflorokarbon'ların kullanımı ile ilgili bilgiler gelecekte değişir mi? Nedenini açıklayınız

.....

.....

.....

.....

5. Bir bilim insanı olarak ileriki yıllarda hidroflorokarbon'ların soğutucularda ve buzdolaplarında kullanımı ile ilgili görüşleriniz değişir mi?

.....

.....

.....

.....

6. Nasıl bir bulgu (ya da bulgular) olsa kararınız değişirdi?

.....

.....

.....

.....

7. Bilim insanları hidroflorokarbon'ların soğutucularda ve buzdolaplarında kullanımı ile ilgili farklı görüşlere sahipler olabilirler mi? Açıklayınız

.....

.....

.....

.....

Ek 4. Kimya Dersi Tutum Ölçeği

KİMYA DERSİ TUTUM ÖLÇEĞİ

AÇIKLAMA: Bu ölçekte, Kimya dersine ilişkin tutum cümleleri ile her cümlenin karşısında “ Tamamen Katılıyorum”, “ Katılıyorum”, “ Kararsızım”, “ Katılmıyorum” ve “ Hiç Katılmıyorum” olmak üzere beş seçenek verilmiştir. Her cümleyi dikkatle okuduktan sonra kendinize uygun bir seçeneği işaretleyiniz.

		Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Hiç Katılmıyorum
1.	Kimya çok sevdiğim bir alandır.	☐	☐	☐	☐	☐
2.	Kimya ile ilgili kitapları okumaktan hoşlanırım.	☐	☐	☐	☐	☐
3.	Kimyanın günlük yaşantıda çok önemli bir yeri yoktur.	☐	☐	☐	☐	☐
4.	Kimya ile ilgili ders problemlerini çözmekten hoşlanırım.	☐	☐	☐	☐	☐
5.	Kimya konuları ile ilgili daha çok şey öğrenmek isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
6.	Kimya dersine girmekten sıkıntı duyarım.	☐	☐	☐	☐	☐
7.	Kimya derslerine zevkle girerim.	☐	☐	☐	☐	☐
8.	Kimya derslerine ayrılan ders saatlerinin daha fazla olmasını isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
9.	Kimya dersini çalışırken canım sıkılır.	☐	☐	☐	☐	☐
10.	Kimya konularını ilgilendiren günlük olaylar hakkında daha fazla bilgi edinmek isterim.	☐	☐	☐	☐	☐
11.	Düşünce sistemimizi geliştirmede Kimya öğrenimi önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
12.	Kimya çevremizdeki doğal olayların daha iyi anlaşılmasında önemlidir.	☐	☐	☐	☐	☐
13.	Dersler içinde Kimya dersi sevimsiz gelir.	☐	☐	☐	☐	☐
14.	Kimya konuları ile ilgili tartışmaya katılmak bana cazip gelmez.	☐	☐	☐	☐	☐
15.	Çalışma zamanımın önemli bir kısmını Kimya dersine ayırmak isterim.	☐	☐	☐	☐	☐

Ek 5. Mantıksal Düşünme Yeteneği Testi

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT)

ACIKLAMA: Bu test çeşitli alanlarda özellikle Fen ve Matematik dallarında karşılaşılabileceğiniz problemlerde neden-sonuç ilişkisini görüp, problem çözme stratejilerini ne derece kullanabileceğinizi göstermesi açısından çok faydalıdır. Bu test içindeki sorular mantıksal ve bilimsel olarak düşünmeyi gerektirecek cevapları içermektedir.

Bu testin orijinali Kenneth G. Tobin ve William Capie tarafından geliştirilmiştir. Türkçe'ye çevirisi ve uyarlaması ise Prof. Dr. İlker ÖZKAN, Doç Dr. Petek AŞKAR VE Arş. Gör. Ömer GEBAN tarafından yapılmıştır.

NOT : Soru kitapçığı üzerinde herhangi bir işlem yapmayınız. Ve cevaplarınızı yalnızca cevap anahtarına yazınız. CEVAP KAĞIDINI doldururken dikkat edilecek hususlardan birisi, 1'den 8'e kadar olan sorularda her soru için cevap kağıdında iki kutu bulunmaktadır. Soldaki ilk kutuya sizce sorunun uygun cevap şikkını yazınız. İkinci kutucuğa yani AÇIKLAMASI yazılı olan kutucuğa ise o soruyla ilgili soru kitapçığındaki Açıklaması kısmındaki şıkları okuyarak sizce en uygun olanını seçiniz. Örneğin, 12. sorunun cevabı sizce (b) ise ve Açıklaması kısmındaki en uygun açıklama ikinci şık ise CEVAP KAĞIDINI aşağıdaki gibi doldurun:

12.

b

 Açıklaması:

2

9 ve 10. soruları ise soru kitapçığındaki bu sorularla ilgili kısımları okurken nasıl cevaplayacağınızı daha kolay anlayacaksınız.

Teşekkürler

-SORULAR-

SORU 1

Bir boyacı, aynı büyüklükteki 6 odayı boyamak için dört kutu boya kullandığına göre sekiz kutu boya ile yine aynı büyüklükte kaç oda boyayabilir?

- a. 7 oda b. 8 oda c. 9 oda d. 10 oda e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Oda sayısının boya kutusu sayısına oranı daima $3/2$ olacaktır.
2. Daha fazla boya kutusu ile fark azalabilir.
3. Oda sayısı ile boya kutusu sayısı arasındaki fark her zaman iki olacaktır.
4. Dört kutu boya ile fark iki olduğuna göre, altı kutu boya ile fark yine iki olacaktır.
5. Ne kadar çok boyaya ihtiyaç olduğunu tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 2

On bir odayı boyamak için kaç kutu boya gerekir? (Birinci soruya bakınız.)

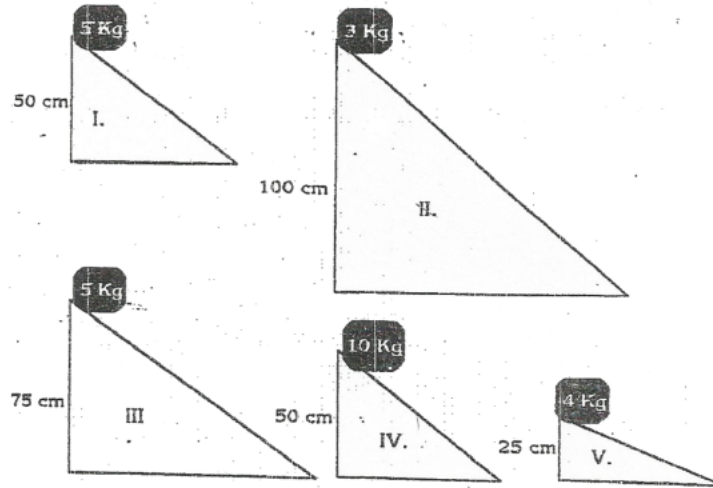
- a. 5 kutu b. 7 kutu c. 7.33 kutu d. 9 kutu e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Boya kutusunun oda sayısına oranı daima $2/3$ 'dür.
2. Eğer 5 oda daha olsaydı, üç kutu daha boya gerekecekti.
3. Oda sayısı ile boya kutusu sayısı arasındaki fark her zaman ikidir.
4. Boya kutusu sayısı oda sayısının yarısı olacaktır.
5. Boya miktarını tahmin etmek mümkün değildir.

SORU 3

Topun eğik bir düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafe ile eğik düzlemin yüksekliği arasındaki ilişkiyi bulmak için deney yapmak isterseniz, aşağıda gösterilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



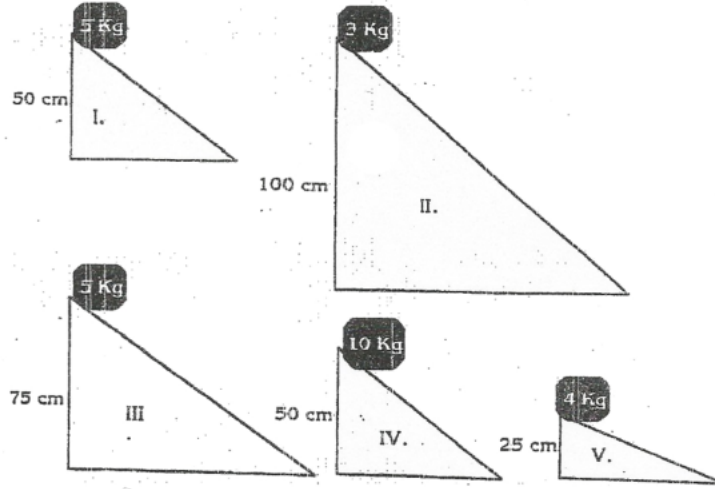
- a. I ve IV b. II ve IV c. I ve III d. II ve IV e. Hepsi

Açıklaması:

1. En yüksek eğik düzleme (rampa) karşı en alçak olan karşılaştırılmalıdır.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbiriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Yükseklik arttıkça topun ağırlığı azalmalıdır.
4. Yükseklikler aynı fakat top ağırlıkları farklı olmalıdır.
5. Yükseklikler farklı fakat top ağırlıkları aynı olmalıdır.

SORU 4

Tepeden yuvarlanan bir topun eğik düzlemden (rampa) aşağı yuvarlandıktan sonra katettiği mesafenin topun ağırlığıyla olan ilişkisini bulmak için bir deney yapmak isterseniz, aşağıda verilen hangi eğik düzlem setlerini kullanırdınız?



- a. I ve IV b. II ve IV c. I ve III d. II ve IV e. Hepsi

Açıklaması:

1. En ağır olan top en hafif olanla kıyaslanmalıdır.
2. Tüm eğik düzlem setleri birbirleriyle karşılaştırılmalıdır.
3. Topun ağırlığı arttıkça, yükseklik azaltılmalıdır.
4. Ağırlıklar farklı fakat yükseklikler aynı olmalıdır.
5. Ağırlıklar aynı fakat yükseklikler farklı olmalıdır.

SORU 5

Bir Amerikalı turist Şark Expressinde altı kişinin bulunduğu bir kompartımana girer. Bu kişilerden üçü yalnızca İngilizce diğer üçü ise yalnızca Fransızca bilmektedir. Amerikalının kompartımana ilk girdiğinde İngilizce bilen biriyle konuşma olasılığı nedir?

- a. 2'de 1 b. 3'de 1 c. 4'de 1 d. 6'da 1 e. 6'da 4

Açıklaması:

1. Ardarda üç Fransızca bilen kişi çıkabileceği için dört seçim yapılması gerekir.
2. Mevcut altı kişi arasından İngilizce bir kişi seçilmelidir.
3. Toplam üç İngilizce bilen kişiden sadece birinin seçilmesi yeterlidir.
4. Kompartımandakilerin yarısı İngilizce konuşur.
5. Altı kişi arasından, bir İngilizce bilen kişinin yanı sıra, üç tanede Fransızca bilen kişi seçilebilir.

SORU 6

Üç altın, dört gümüş ve beş bakır para bir torbaya konulduktan sonra, dört altın, iki gümüş, ve üç bakır yüzük de aynı torbaya konur. İlk denemde torbadan altın bir nesne seçme olasılığı nedir?

- a. 2'de 1 b. 3'de 1 c. 7'de 1 d. 21'de 1 e. Hiçbiri

Açıklaması:

1. Altın, gümüş ve bakırdan yapılan nesneler arasından bir altın nesne seçilmelidir.
2. Paraların $\frac{1}{4}$ 'ü ve yüzüklerin $\frac{4}{9}$ 'u altından yapılmıştır.
3. Torbadan çekilen nesnenin para veya yüzük olması önemli olmadığı için, toplam 7 altın nesneden bir tanesinin seçilmesi yeterlidir.
4. Toplam 21 nesneden bir altın nesne seçilmelidir.
5. Torbadaki 21 nesnenin 7'si altından yapılmıştır.

SORU 7

Altı yaşındaki Ahmet'in şeker almak için 50 Lirası vardır. Bakkaldaki kapalı iki şeker kutusundan birinde 30 adet kırmızı ve 50 adet sarı renk şeker bulunmaktadır. İkinci bir kutuda ise 20 adet kırmızı ve 30 adet sarı şeker vardır. Ahmet kırmızı şekerleri sevmektedir. Ahmet'in ikinci kutudan kırmızı şeker çekme olasılığı birinci kutuya göre daha fazla mıdır?

- a. Evet b. Hayır

Açıklaması:

1. Birinci kutuda 30, ikincisinde ise yalnızca 20 kırmızı şeker vardır.
2. Birinci kutuda 20 tane daha fazla sarı şeker, ikincisinde ise yalnızca 10 tane daha fazla şeker vardır.
3. Birinci kutuda 50, ikincisinde ise yalnızca 30 sarı şeker vardır.
4. İkinci kutudaki kırmızı şekerlerin oranı daha fazladır.
5. Birinci kutuda daha fazla sayıda şeker vardır.

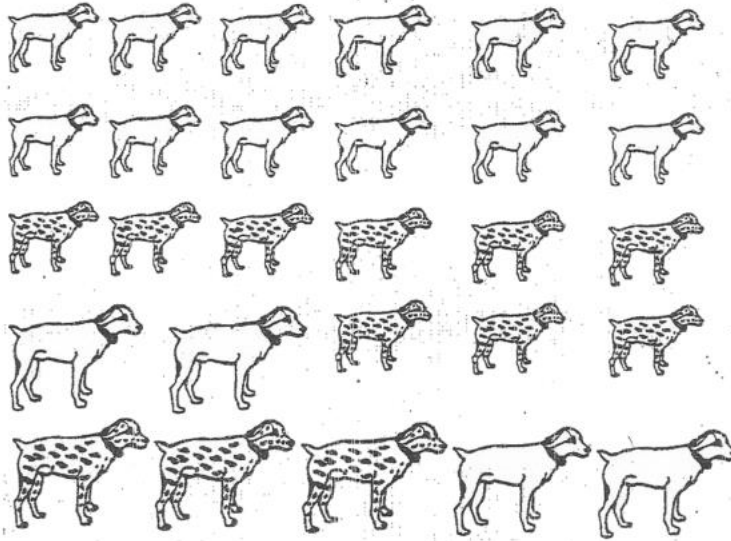
SORU 8

7 büyük ve 21 tane küçük köpek şekli aşağıda verilmiştir. Bazı köpekler benekli bazıları ise beneksizdir. Büyük köpeklerin benekli olma olasılıkları küçük köpeklerden daha fazla mıdır?

- a. Evet b. Hayır

Açıklaması:

1. Bazı küçük köpeklerin ve bazı büyük köpeklerin benekleri vardır.
2. Dokuz tane küçük köpeğin ve yalnızca üç tane büyük köpeğin benekleri vardır.
3. 28 köpekten 12 tanesi benekli ve geriye kalan 16 tanesi beneksizdir.
4. Büyük köpeklerin $\frac{3}{7}$ 'si ve küçük köpeklerin $\frac{9}{21}$ 'i beneklidir.
5. Küçük köpeklerden 12'sinin fakat büyük köpeklerden ise sadece 4'ünün beneki yoktur.



SORU 9

Bir pastanede üç çeşit ekmek, üç çeşit et ve üç çeşit sos kullanılarak sandviçler yapılmaktadır.

<u>Ekmek Çeşitleri</u>	<u>Et Çeşitleri</u>	<u>Sos Çeşitleri</u>
Buğday(B)	Salam (S)	Ketçap(K)
Çavdar(Ç)	Piliç(P)	Mayonez(M)
Yulaf(Y)	Hindi(H)	Tereyağı(T)

Her bir sandviç ekmek, et ve sos içermektedir. Yalnızca bir ekmek çeşidi, bir et çeşidi ve bir sos çeşidi kullanılarak kaç çeşit sandviç hazırlanabilir?

Cevap kağıdı üzerinde bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara bütün olası sandviç çeşitlerinin listesini çıkarın. Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır. Listeyi hazırlarken ekmek, et ve sos çeşitlerinin yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: BSK= Buğday, Salam ve Ketçap'dan yapılan sandviç

SORU 10

Bir otomobil yarışında Dodge (D), Chevrolet (C), Ford (F) ve Mercedes (M) marka dört araba yarışmaktadır. Seyircilerden biri arabaların yarışı bitiriş sırasının D,C, F, M olacağını tahmin etmektedir. Arabaların diğer mümkün olan bütün yarışı bitirme sıralamalarını cevap kağıdında bu soruyla ilgili bırakılan boşluklara yazınız.

Cevap kağıdında gereksiniminizden fazla yer bırakılmıştır.

Bitirme sıralamalarını gösterirken arabaların yukarıda gösterilen kısaltılmış sembollerini kullanınız.

Örnek: DCFM= Yarışı sırasıyla önce Dodge'nin sonra Chevrolet'in, sonra Ford'un ve en sonra Mercedes'in bitirdiğini gösterir.

MANTIKSAL DÜŞÜNME YETENEĞİ TESTİ (MDYT) CEVAP ANAHTARI

Her bir soru için önce sorunun doğru cevaplanıp cevaplanmadığına sonra da açıklamanın doğru olup olmadığına bakılır, her ikisi de doğru ise o soruya 1 puan verilir. Cevap doğru olsa bile açıklama doğru değilse puan verilmez, 0 verilir. Son 2 soruda da cevap tam doğruysa puan verilir, rakam yakın olsa bile puan verilmez.

1. e-1
2. c-1
3. c-5
4. a-4
5. a-4
6. b-5
7. a-4
8. b-4
9. 27
10. 24

Ek 6. Argümantasyon Hazırlık Çalışması

ARGÜMAN ÖRNEKLERİ

- Efes Pilsen basketbol takımı, Ülker'den daha iyi bir takımdır. Kendi sahasında ve deplasmanda daha fazla maç kazanmışlardır çünkü oyuncularını çok yeteneklidir.
- Genetiği ile oynanmış bitki yetiştirmek yanlıştır. Ürünlerin polenleri etrafa yayılır. Bu durum ileride sonuçlarının ne olacağı bilinmeyen bir sürü yeni tür oluşumuna neden olur.
- Göze giren ışık ışınları sayesinde cisimleri görebiliriz. Karanlıkta göremediğimize göre görme olayı, gözden çıkan ışık ışınlarından değil de göze giren ışık ışınlarından kaynaklanmaktadır.
- Ay Güneş'ten aldığı ışığı yansıtır. Gün boyunca Ay'ı göremeyiz. Öyleyse Ay çok parlak değildir. Aksi takdirde Güneş gibi onu da gündüz görürdük.
- Bir televizyon programının çocukların kişilik gelişimleri üzerindeki olumsuz etkilerinin kanıtlarıyla açıklanması argümantasyon becerisi gerektirmektedir.
- 'Çevre Kirliliğinde en önemli etmen atık malzemelerdir' görüşüne WHO (Dünya Sağlık Örgütü) verilerine dayandırmak argümantasyon becerisini geliştirecektir.

KANIT NEDİR?

Aşağıda bazı fen kavramlarına ilişkin çeşitli ifadeler sunulmuştur. Bunları inceleyerek;

- İfade / iddiayı destekleyen herhangi bir kanıt gösteriniz.
- Verinin iddiaya nasıl bağlı olduğunu gösteren bir argüman oluşturunuz.

İfade	Kanıt
Kuvvet itme ve çekmelerdir.	
Bitkiler fotosentez yaparken karbon dioksit alıp oksijen verirler.	
Gece ve gündüz dünyanın kendi ekseninde etrafında dönmesi ile oluşur.	
Basit bir elektrik devresinde akım korunur.	
Kimyasal bir reaksiyonda kütle korunur.	
Canlılar hücrelerden oluşur.	
Sodyum, Potasyum ve Kalsiyum benzer elementlerdir.	
Tanecikler hareket eder.	
Gazı oluşturan tanecikler arasında boşluk vardır.	

Ek 7. Argümantasyon Aktiviteleri – 1

İFADELER TABLOSU

Periyodik Tablonun Özellikleri

Aşağıda periyodik tablonun özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Bu bilgilerin bazıları doğrudur, bazıları ise doğru değildir. Her verilen bilginin doğru ya da yanlış olduğunu belirtiniz, bilmiyorsanız emin değiliz diyebilirsiniz. Cevabınızı nedenlerini kanıtlarla açıklayınız. Bu aktivitede size yardımcı olması için kitaplarınızı veya defterinizi kullanabilirsiniz.

Ad-Soyad:

Sınıf:

Sonuç	Katılıyorum /Katılmıyorum /Emin Değilim	Düşüncenizi Destekleyen Nedenler
Gruplar iki şekilde adlandırılır. Birincisi harf ve rakam kullanılarak yapılan adlandırma, diğeri ise IUPAC'ın önerdiği yalnızca rakamlardan oluşan adlandırmadır.		
8A grubunda bulunan elementlerin elektron dizilimleri p^6 ile biter.		
1B grubu elementlerinin elektron dizilimleri s^2d^1 ile biter.		
Sodyum atomu ($_{11}\text{Na}$), katyon haline geldiğinde atom çapı küçülür.		
Periyodik sistemin aynı periyodunda alkali metallere göre soygazlara doğru gidildiğinde iyonlaşma enerjisi artar. Örnek olarak 3A'nın 1. iyonlaşma enerjisi 2A'nın 1. iyonlaşma enerjisinden yüksektir.		
Elektron ilgisi pozitif veya negatif olabilir.		
s bloğu elementlerinin hepsi aktif metaldir.		
Lantanitlerin ve aktanitlerin elektron dizilimleri f ile biter.		
Asal(Soy) gazlar hiçbir elementle bileşik oluşturmazlar.		
Atom numarası 39 olan İttriyum elementi 4. Periyotta bulunur.		

Ek 8. Argümantasyon Aktiviteleri – 2

FİKİRLER VE DELİLLER İLE YARIŞAN TEORİLER

Periyodik cetvelin oluşturulması sürecine ilişkin farklı teoriler söz konusudur. Aşağıda sıralanan bu teorileri inceleyiniz. Periyodik cetvelin oluşturulma sürecine ilişkin sizce hangi teori geçerlidir?

Teori 1: Benzer kimyasal özelliklerine göre elementleri üçerli gruplar (Li, Na, K),(Ca, Sr, Ba) halinde sınıflandırıldığında ortadaki elementin atom kütlesi diğer iki elementin atom kütleleri ortalamasına eşittir. Bu özelliklere göre periyodik cetvel oluşturulmuştur

Teori 2: Elementler artan atom kütlelerine göre 11 gruba ayrıldığında sekiz elementten oluşan gruplarla periyodik cetvel oluşturulur. Bu elementlerin fiziksel özellikleri benzerdir.

Teori 3: Elementlerin kimyasal özelliklerini dikkate alarak atom kütlelerine göre sıralayarak periyodik cetvel oluşturulmuştur

Teori 4: Elementlerin atom numaralarına göre küçükten büyüğe şeklinde sıralanarak periyodik cetvel oluşturulmuştur.

NEDENLER VE DELİLLER:

1. Lityum(Li), sodyum(Na) ve potasyum(K) aynı grupta bulunurlar. Grupta yukarıdan aşağıya doğru sıraladığımızda önce lityum, sonra sodyum ve en son olarak potasyum bulunur. Kimyasal özellikleri benzerdir. Lityumun mol kütlesi yaklaşık olarak 7, potasyumun mol ağırlığı ise 39'dur. Sodyumun mol kütlesi ise 23 yani $[(7+39)/2]$ dir.
2. Potasyumun atom numarası 19, kalsiyumun atom numarası ise 20 dir. Kütle numaraları sırasıyla 39 ve 40'tır ve periyodik tabloda yan yana bulunurlar.
3. Tellur (Te) periyodik cetvelde iyottan (I) önce gelir. Tellurun atom numarası 52, mol kütlesi 127,6; İyotun atom numarası 53, mol kütlesi ise 126,90 dir.
4. Lantan (La) ve Seryumun (Ce) atom numaraları sırasıyla 57 ve 58'dir. Lantan periyodik sistemde d bloğunda, seryum ise f bloğunda bulunur.
5. Artan atom numaralarına göre sıralandığında Bor (B) ve Alüminyum (Al) aynı grupta bulunurlar. Bor yarı metaldir,, Alüminyum ise metaldir.
6. Kalay (Sn), Antimon (Sb) ve Tellür (Te) aynı periyotta yan yana bulunurlar. Kalayın mol kütlesi 118, Tellürün ise 125'dir. Antimonun mol kütlesi ise 122 dir $[(125+118)/2=122]$
7. Sekizli gruplar yapıldığında Flor, Klor, Kobalt ve Brom aynı grupta bulunurlar, Kobaltın fiziksel özellikleri diğerlerinden farklıdır.
8. Atomun özellikleri proton sayısının bir fonksiyonudur.

9. Farklı olarak kendi nedeninizi veya delilinizi ifade ediniz

.....

.....

Bence no.'lu teori geçerlidir.

Böyle düşünmemin nedenleri;

1.

.....

2.

.....

3.

.....

Bence no.'lu teori/ler kesinlikle geçerli olamaz çünkü;

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Ek 9. Argümantasyon Aktiviteleri – 3

FİKİRLER VE DELİLLERLE YARIŞAN TEORİLER

Kimyasal Bağlar

Bir grup öğrenci laboratuvarında yapmış oldukları suyun kaynaması ve elektroliz deneylerini karşılaştırıyor.

Pervin: Suyu bir ısıya dayanıklı bir cam kaba koyup ısıttık. Böylece, hem kaynama öncesi çıkan su buharlarını hem de kaynama sırasındakileri gözlemleyebildik.

Murat: Suyu hidrojen ve oksijen gazlarına ayrılması için düzenek kurduk ve elektrik enerjisi kullanarak suyu bileşenlerine ayırmaya çalıştık.

Sınıftaki öğrenciler iki olay sırasında kullanılan enerjiyi karşılaştırıyor.

Pervin: Suyun kaynaması için gereken enerji elektroliz için gereken enerjiden daha fazladır

Murat: Suyun kaynaması için gereken enerji elektroliz için gereken enerjiden daha azdır.

Ayşe: İki enerji birbirine neredeyse eşittir.

Fırat: İki olaydaki enerji türleri farklı olduğundan birbirleriyle karşılaştırılmaz.

Kimin düşüncesine katılıyorsunuz?

Pervin ☐ Murat ☐ Ayşe ☐ Fırat ☐

Neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız? Sizce suyun elektrolizi için mi yoksa suyun kaynaması için mi daha fazla enerjiye ihtiyaç vardır?

.....

.....

.....

.....

.....

Her bir öğrencinin düşüncesinin doğru olup olmadığını belirleyebilmeniz için aşağıdaki tabloda bazı açıklamalar verilmiştir. Bu açıklamalar arasından öğrenci düşünce biçimlerini desteklemek ya da çürütmek için kullanabileceklerinizi seçip puanlayın. Puanlamanızda verilen açıklama uygun değilse sıfır puan, biraz uygunsa bir puan, kesinlikle kullanılması gerektiğini düşünüyorsanız iki puan verin. Açıklama ile ilgili bir fikriniz yoksa X işareti koyun.

Hangisi için daha fazla enerji gerekir?	Puan
H, Cl, O ve N gibi atomlar değerlik elektron sayıları 8 den az olduğu için kararsızdır ve doğada tek atom olarak bulunmaları güçtür. Kararlı yapıya ulaşabilmek için birbirleriyle ya da başka kimyasal türlerle etkileşirler. Bu etkileşimler sonucunda her biri bağımsız olma özelliğini kaybederek molekül hâline geçer. N ₂ , O ₂ ve CO ₂ bu moleküllere örnek olarak verilebilir.	
Kimyasal türlerin etkileşmesi birbirinden bağımsız türlerin elektron bulutları ve çekirdekleri arasında meydana gelen itme ve çekme kuvvetlerinin bir sonucudur. Farklı türler arasında farklı şiddette etkileşimler meydana gelir	
Atomlar bağ oluşturmak için bir araya geldikleri zaman, çekirdeklerinden uzakta bulunan elektronlar etkileşir. Dolayısıyla bağlanma için değerlik katmanı ve değerlik elektronları önemlidir.	
Negatif yüklü elektronlar birbirini iter, pozitif yüklü çekirdekler birbirini iter fakat pozitif yüklü çekirdekler komşu kimyasal türün elektronlarını da kendine doğru çeker.	
Aynı anda gerçekleşen etkileşimler karşılaştırıldığında çekme kuvvetlerinin itme kuvvetlerine karşı aşırı baskın olduğu durumlarda güçlü etkileşimler oluşur.	
Çekme-itme kuvvetleri farkının küçük olduğu durumlarda ise zayıf etkileşimler meydana gelir.	
Su kaynarken su moleküllerinin yapısı değişmez.	
Suyun ayrışması sonucu iki farklı gaz oluşur, suyun kimliği değişir.	
Kaynama sırasında su molekülleri arasındaki bağlar kırılır.	
Elektroliz sırasında su molekülünü oluşturan molekül içi (kovalent) bağlar kırılır.	

Tablodaki ifadeleri kullanarak her bir öğrencinin düşüncesini irdelleyiniz.

Pervin'in düşüncesi

.....

Murat'ın düşüncesi

.....

Ayşe'nin düşüncesi

.....

Fırat'ın düşüncesi

.....

.....

.....

.....

Suyun kaynaması olayının sembollerle gösteriniz.

Suyun kaynamasını moleküler düzeyde çizerek gösteriniz.

Kaynama öncesi ve sonrasında kimyasal etkileşimleri çizerek gösteriniz.

Ne çizdiğinizi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Suyun elektrik enerjisi kullanılarak hidrojen ve oksijen gazına dönüşmesi olayını sembollerle gösteriniz.

Suyun elektrik enerjisi kullanılarak hidrojen ve oksijen gazına dönüşmesini moleküler düzeyde çizerek gösteriniz

Elektroliz öncesi ve sonrasında kimyasal etkileşimleri çizerek gösteriniz.

Ne çizdiğinizi açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

Ek 10. Argümantasyon Aktiviteleri – 4

İyonik Bağların Özellikleri

Aşağıda bazı iyonik bileşiklerin erime noktaları verilmiştir. İyonik bağlı bileşiklerde iyonların türü ile erime noktaları arasında bir ilişki var mıdır?

Bileşik	Erime Noktası($^{\circ}\text{C}$)
NaCl	801
NaBr	750
NaI	662
MgCl ₂	714
MgO	2852

Bileşik	Erime Noktası($^{\circ}\text{C}$)
NaF	993
KF	858
CaF	1418
MgF	1263

Tabloyu inceleyerek iyonik bağlı bileşiklerde iyonların türü ve erime noktaları arasında nasıl bir ilişki olduğunu açıklayınız. Açıklamanızda aşağıda verilen delilleri kullanabilirsiniz.

1. İyonik bağ katyonlar ve anyonlar arasındaki elektrostatik çekimler sonucu oluşur.
2. İyonik bileşiklerde erime noktasının yüksek olması iyonik bağın daha sağlam olduğunu gösterir.
3. Na^+ ile bağ yapan F^- , Cl^- , Br^- ve I^- un iyon çapı arttıkça iyonik bağın gücü azalır çünkü iyonların Na^+ iyonuna uyguladığı çekim kuvveti azalır.
4. Coulomb Kanuna göre elektrostatik çekim kuvveti yüklerin büyüklüğü arttıkça güçlenir.

Size göre iyonik bağlı bileşiklerde iyonların türü ile erime noktaları arasında nasıl bir ilişki vardır?

1. Bence iyonik bağın erime noktası

.....

.....

.....

.....

2. NaCl'ü moleküler düzeyde çiziniz

3. Aşağıda verilen bileşiklerin erime noktalarını karşılaştırınız?

a. BaO ve CaO

Nedenini açıklayınız

.....
.....
.....

b. CaCl_2 ve CaO

Nedenini açıklayınız

.....
.....
.....

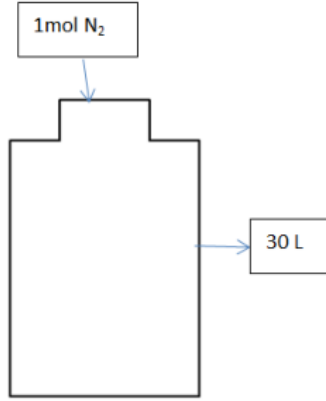
c. KF, NaF ve LiF

Nedenini açıklayınız

.....
.....
.....

Ek 11. Argümantasyon Aktiviteleri – 5

Gazlar-1



Aylin, Selim ve Güneş kimya dersinde işledikleri gazlar konusu hakkında konuşuyorlardı. Aylin arkadaşlarına dönerek:

Aylin: Normal Şartlar Altında yani 0°C , 1 atm basınç altında 1 mol gaz 22,4 litre hacim kaplar diye öğrendik benim merak ettiğim eğer 0°C , 1 atm basınçta 1 mol gazı 30 L lik cam bir kaba koysak ne olur? Hacim değişir mi? Siz bu konuda ne düşünüyorsunuz? Bunun üzerine arkadaşları düşüncelerini söylediler

Selim: Bence gaz 22,4 litre hacim kaplar.

Güneş: Bence gaz 30 L kabın içinde yayılır.

Aylin: Gazın çoğu kabın içinde daha çok 22,4 L lik kısımda olur çok azı (birkaç molekül) kabın geri kalanına yayılır.

Sizin bu konuda düşünceniz nedir? Açıklayınız

.....

.....

.....

.....

Öğrenciler bu konuda tartışırken Güneş'in aklına bir fikir gelir:

Güneş: Gazları göremiyoruz bence kaba manometre bağlarsak gazın kaba yapacağı basıncı bulabiliriz. Daha sonra öğrenciler kaba manometre bağlamaya karar verdiler.

Size göre öğrenciler bu kaba manometre bağladıklarında basınç olarak ne ölçerler?

Teori 1: Manometre 1 atm'i gösterir

Teori 2: Manometre 1 atm den daha küçük bir sayıyı gösterir

Teori 3: Manometre 1 atm den daha büyük bir sayıyı gösterir.

Sizin teoriniz nedir? Teorinizi derslerden öğrendiğiniz bilgileri ve kanıt kartlarındaki bilgileri kullanarak destekleyiniz.

.....

.....

.....

.....

Ek 12. Argümantasyon Aktiviteleri – 6

Buzlu Pet Şişe

Çok sıcak bir yaz gününde Ayşe ve Elif gezmeye gitmek üzere evden çıkarken Elif yanına almak üzere pet şişenin içine buz koyar. Dışarı çıktıktan bir süre sonra Ayşe yanındaki pet şişenin içindeki suyun bittiğini fark eder. Arkadaşının şişesindeki buzların bir kısmını Ayşe'nin şişesine aktarırlar. Bir süre sonra Ayşe'nin çantasından garip sesler gelmeye başlar, bu durum önce Ayşe ve Elif'i korkutur. Kızlar merakla Ayşe'nin çantasını açtıklarında pet şişenin çatırdayarak büzüldüğünü görürler. Buzların şişenin büzülüp ses çıkarmasına nasıl olup da yol açtığını merak ederler. Elif bu durumu kimya dersinde öğrendikleri bilgilerle açıklayabileceklerini söyler.

Aşağıda tabloda, pet şişenin neden büzüldüğünü anlatmak için bazı açıklamalar verilmiştir. Tablodaki açıklamaların, bu olay için nasıl kullanılabileceğini düşünün ve açıklamaları puanlayın. Puanlamanızda, verilen açıklama; kullanmak için uygun değilse sıfır puan; biraz uygunsa bir puan; kesinlikle kullanılmalı ise iki puan verin. Eğer açıklama ile ilgili fikriniz yoksa ya da emin değilseniz puan kısmına "X" işareti koyunuz

İçinde bir miktar buz bulunan pet şişenin bir süre sonra büzülmesinin nedeni...	Sıralama	Delillerimiz
atmosfer basıncının gücüdür.		
kutunun içinde hiç gaz molekülü kalmamasıdır.		
kutunun içindeki gaz moleküllerinin sayısının azalmasıdır.		
kutunun içindeki gaz moleküllerinin hacminin azalmasıdır		
kutunun içindeki gaz moleküllerinin hızının azalmasıdır		
maddelerin soğuyunca hacminin azalmasıdır.		
pet şişenin iç basıncında meydana gelen azalmadır		

Pet şişenin neden büzüldüğüne dair bizim açıklamamız

Pet şişe içinde ne olduğunu moleküler düzeyde çizerek gösterir misiniz?

Büzülmeden Önce

Büzülmeden Sonra

B

Eğer kapak kapalı olmasaydı pet şişe yine de büzülür müydü ya da ne olurdu? Aşağıda tabloda verilen yorumlardan hangisini destekliyorsunuz? Desteklediğiniz yorumu deliller ile savunun

Eğer kapak kapalı olmasa pet şişeye ne olurdu?	Delillerimiz
Şişenin şekli değişmezdi.	
Şişe dışarıya doğru şişerdi.	
Şişe yine büzülürdü.	

Şişenin kapağı kapalı olmadan bırakılsaydı neler olacağına dair bizim açıklamamız

C

Büzülen pet şişe kapağı kapalı bir şekilde sıcak suya daldırılırdı ne olurdu? Aşağıda tabloda verilen yorumlardan hangisini destekliyorsunuz? Desteklediğiniz yorumu deliller ile savunun

Sıcak suya daldırılan pet şişeye ne olurdu?	Delillerimiz
Şişenin içindeki buzlar erirdi ve şişe normal şekline dönerdi.	
Şişenin içindeki buzlar erirken şişe dışarıya doğru şişerdi.	
Şişenin içindeki buzlar erirdi ancak şişe hala büzülmüş şekilde kalırdı.	

Şişenin kapağı kapalı olarak sıcak suya daldırılırdı neler olacağına dair bizim açıklamamız

Ek 13. Argümantasyon Aktiviteleri – 7

Balon Deneyi

1. Resim



2. Resim



Bir parça kâğıt yakılıyor ve şişenin içine atılıyor. Kâğıt yanarken balon şişenin ucuna geçirildiğinde önce 1. Resimdeki gibi duruyor bir süre sonra 2. Resimde olduğu gibi balonun şişenin içine doğru girerek şiştiği gözleniyor.

A

Aşağıda tabloda, balonun neden şişenin içine girdiğini ve şiştiğini anlatmak için bazı açıklamalar verilmiştir. Tablodaki açıklamaların, bu olay için nasıl kullanılabileceğini düşünün ve açıklamaları puanlayın. Puanlamanızda, verilen açıklama; kullanmak için uygun değilse sıfır puan; biraz uygunsa bir puan; kesinlikle kullanılmalı ise iki puan verin. Eğer açıklama ile ilgili fikriniz yoksa ya da emin değilseniz puan kısmına "X" işareti koyunuz.

	Sıralama	Delillerimiz
Balonunun şişenin içine doğru girmesinin sebebi.....		
Şişedeki iç basıncın artmasıdır.		
Şişenin içinde hiç gaz molekülü kalmamasıdır.		
Şişenin içindeki gaz moleküllerinin sayısının azalmasıdır.		
Şişenin içindeki gaz moleküllerinin hızının artmasıdır.		
Balonun içindeki gaz moleküllerinin hızının azalmasıdır		
Şişenin iç basıncında meydana gelen azalmadır		
Dış basıncındaki artmadır		
Balonun iç basıncında meydana gelen azalmadır.		
Şişede bulunan oksijen gazının hacminde meydana gelen azalmadır		

Size göre balonunun şişenin içine doğru girerek şişmesinin sebebi nedir?

.....

.....

.....

.....

B

Şişenin ağzına takılı olan balon patlak olsaydı ne olurdu?

Balon patlak olsaydı ne olurdu?	Delillerimiz
Balon yine şişenin içine doğru girer ve şişerdi	
Balon şişenin içine doğru girerdi ancak şişme olmazdı	
Balon şişenin ağzında takıldığı şekliyle kalırdı	
Balon şişenin ağzında dışta şişerdi	

Balon patlak olsaydı ne olurdu? Sizin düşünceniz nedir?

.....

.....

.....

.....

C

Eğer içindeki balonla birlikte şişe sıcak suya konur ve bekletilirse balonun durumuna ilişkin bir değişme gözlemlenir mi? Neden?

.....

.....

.....

.....

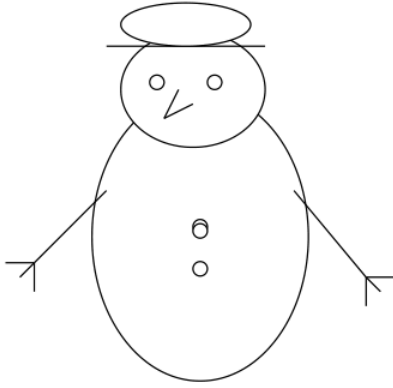
Kanıt Kartları

1. Gazlar içinde bulundukları kabı tamamen doldururlar.
2. Gaz molekülleri arasında çok zayıf moleküller arası kuvvetler vardır.
3. Gaz molekülleri ısıtıldıklarında hacimleri artar.
4. Pistonlu kaplardaki basınç her zaman açık hava basıncına eşittir.
5. Açık hava basıncı sıcaklık değişiminden etkilenir.
6. Gaz moleküllerinin kinetik enerjileri sıcaklıkla doğru orantılıdır.
7. Pistonlu bir kap ısıtıldığında, hacmi artar.
8. Sabit sıcaklıkta, içindeki gaz moleküllerinin artması ile pistonlu kabın hacmi artar.
9. İçindeki gaz moleküllerin artması sabit hacimli bir kapta toplam basıncı arttırır.
10. Sabit sıcaklıkta içindeki gaz miktarı değişmemek koşulu ile, hacmin azalması basıncı arttırır.

Ek 14. Argümantasyon Aktiviteleri – 8

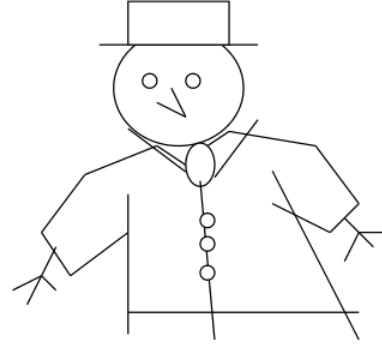
Eriyen Kardan adam

Birt



Ben daha önce eririm
çünkü güneş ışınları bana
çarpar ve ısı enerjisi bir
süre sonra beni suya
dönüştürür.

Fred



Ben daha önce eririm çünkü
güneşten gelen bütün
enerjiyi paltomun içinde
tutarım, bu da beni suya
dönüştürür.

1. Size göre hangi kardan adam önce erir?
2. Buna nasıl karar verdiniz açıklayınız?
3. Birt'in argümanının arkasındaki bilimsel düşünceye katılıyor musunuz?
4. Nedenini açıklayınız?
5. Aşağıda verilen kanıt kartlarını kullanarak daha ikna edici olması için Birt'in argümanını belirtilen yere tekrar yazınız. (Dikkatli olun verilen kanıtların hepsi açıklama için gerekli değil.)

Argümanınızı aşağıda verilen yere yazınız!

Birt'in Geliştirilmiş Argümanı

Bence Birt _____ erir çünkü

Başka bir neden de

Bize göre Birt'in argümanı ilk başta yanlıştı çünkü

Sonuç olarak,

Kanıt Kartları

Yün paltolar yalıtıcıdır.

Güneş ışınları hem ısı hem ışık enerjisi yayarlar.

Isı enerjisinin paltodan kaçmaması için durdurulması gerekir.

Dışarıdan gelen ısı enerjisinin paltonun içine girmemesi için yavaşlatılması gerekir.

Isı hareket eden moleküllerin ısıyı bir molekülden diğerine geçirmesiyle iletilir.

Su zayıf bir ısı iletkenidir.

Kardan adamın erimemesi için kendisine gelen ısı enerjisini azaltması gerekir.

Kardan adam eğer beyazsa ve paltosu yoksa gelen ısı enerjisini daha iyi yansıtır.

Ek 15. Periyodik Tablonu Yarat Aktivitesi**Sodyum (Na)****Demir (Fe)****Bakır (Cu)****Altın (Au)**

Kurşun (Pb)



Gümüş (Ag)



Karbon (C)



Kalay (Sn)



Kükürt (S)**Cıva (Hg)****Çinko (Zn)****Arsenik (As)**

Antimon (Sb)**Krom (Cr)****Bizmut (Bi)****Fosfor (P)**

Kobalt (Co)



Nikel (Ni)



Magnezyum (Mg)



Hidrojen (H)



Plasma durumunda iken mor renkli ışıma yapar. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Oksijen (O)



Sıvı haldeki oksijen. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Azot (N)



Sıvı haldeki azot. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Klor (Cl)



Mangan (Mn)



Baryum (Ba)



Molibden (Mo)



Stronsiyum (Sr)



Kalsiyum (Ca)



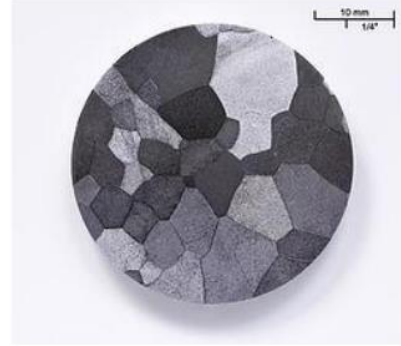
Bor (B)**İyod (I)****Lityum (Li)****Potasyum (K)**

Aluminyum (Al)**Brom (Br)****Titan (Ti)****Berilyum (Be)**

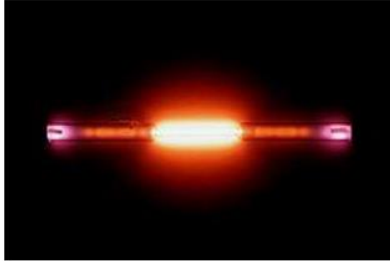
Kadmiyum (Cd)



Vanadyum (V)



Helyum (He)



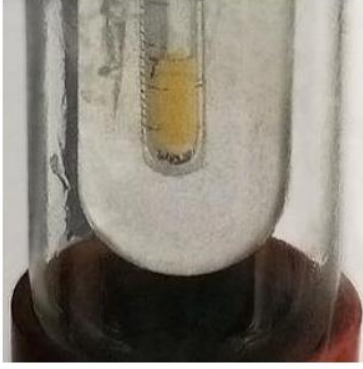
Yüksek gerilimli elektrik alanında kırmızı-turuncu renkli ışıma yapar. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

İndiyum (In)



Sezyum (Cs)**Silisyum (Si)****Selenyum (Se)****Paladyum (Pd)**

Flor (F)

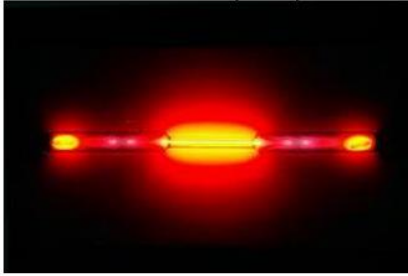


Argon (Ar)



Yüksek gerilimli elektrik alanında mor renkli ışıma yapar. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Neon (Ne)



Yüksek gerilimli elektrik alanında turuncu-kırmızı renkli ışıma yapar. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Kripton (Kr)



Yüksek gerilimli elektrik alanında beyazımsı ışıma yapar. Oda koşullarında renksiz bir gazdır.

Platin (Pt)



Galyum (Ga)



Demir (Fe)

Kütle No: 56

Atom No: 26

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Sodyum (Na)

Kütle No: 23

Atom No: 11

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Altın (Au)

Kütle No: 197

Atom No: 79

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
vermez.

Bakır (Cu)

Kütle No: 63,50

Atom No: 29

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Gümüş (Ag)

Kütle No: 108

Atom No: 47

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Kurşun (Pb)

Kütle No: 207,20

Atom No: 82

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Kalay (Sn)

Kütle No: 119

Atom No: 50

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Karbon (C)

Kütle No: 12

Atom No: 6

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Cıva (Hg)

Kütle No: 200,50

Atom No: 80

Fiziksel Hal: Sıvı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Kükürt (S)

Kütle No: 32

Atom No: 16

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Arsenik (As)

Kütle No: 75

Atom No: 33

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Çinko (Zn)

Kütle No: 65

Atom No: 30

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Krom (Cr)

Kütle No: 52

Atom No: 24

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime verir.

Oksit bileşiği hem asidik hem bazik özellik gösterir.

Antimon (Sb)

Kütle No: 121,80

Atom No: 51

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime verir.

Oksit bileşiği hem asidik hem bazik özellik gösterir.

Fosfor (P)

Kütle No: 31

Atom No: 15

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Bizmut (Bi)

Kütle No: 209

Atom No: 83

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Nikel (Ni)

Kütle No: 58,700

Atom No: 28

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Kobalt (Co)

Kütle No: 59

Atom No: 27

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Hidrojen (H)

Kütle No: 1

Atom No: 1

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Magnezyum (Mg)

Kütle No: 24

Atom No: 12

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Azot (N)

Kütle No: 14

Atom No: 7

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Oksijen (O)

Kütle No: 16

Atom No: 8

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Mangan (Mn)

Kütle No: 55

Atom No: 25

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Klor (Cl)

Kütle No: 35,50

Atom No: 17

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Molibden (Mo)

Kütle No: 96

Atom No: 42

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği bazıktır.

Baryum (Ba)

Kütle No: 137

Atom No: 56

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği bazıktır.

Kalsiyum (Ca)

Kütle No: 40

Atom No: 20

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği bazıktır.

Stronsiyum (Sr)

Kütle No: 87,60

Atom No: 38

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği bazıktır.

İyod (I)

Kütle No: 127

Atom No: 53

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Bor (B)

Kütle No: 10,80

Atom No: 5

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Potasyum (K)

Kütle No: 39

Atom No: 19

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Lityum (Li)

Kütle No: 7

Atom No: 3

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Brom (Br)

Kütle No: 80

Atom No: 35

Fiziksel Hal: Sıvı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Aluminyum (Al)

Kütle No: 27

Atom No: 13

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Berilyum (Be)

Kütle No: 9

Atom No: 4

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Titan (Ti)

Kütle No: 48

Atom No: 22

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Vanadyum (V)

Kütle No: 51

Atom No: 23

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Kadmiyum (Cd)

Kütle No: 112

Atom No: 48

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

İndiyum (In)

Kütle No: 49

Atom No: 49

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Helyum (He)

Kütle No: 4

Atom No: 2

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
vermez.

Silisyum (Si)

Kütle No: 28

Atom No: 14

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Sezyum (Cs)

Kütle No: 133

Atom No: 55

Fiziksel Hal: Gaz

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği baziktir.

Paladyum (Pd)

Kütle No: 106,40

Atom No: 46

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
vermez.

Selenyum (Se)

Kütle No: 79

Atom No: 34

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği asidiktir.

Argon (Ar)

Kütle No: 40
Atom No: 18
Fiziksel Hal: Gaz
Oksijen ile tepkime
vermez.

Flor (F)

Kütle No: 18
Atom No: 9
Fiziksel Hal: Gaz
Oksijen ile tepkime
verir.
Oksit bileşiği asidiktir.

Kripton (Kr)

Kütle No: 36
Atom No: 131
Fiziksel Hal: Gaz
Oksijen ile tepkime
vermez.

Neon (Ne)

Kütle No: 20
Atom No: 10
Fiziksel Hal: Gaz
Oksijen ile tepkime
vermez.

Galyum (Ga)

Kütle No: 70

Atom No: 31

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
verir.

Oksit bileşiği hem
asidik hem bazik
özellik gösterir.

Platin (Pt)

Kütle No: 196

Atom No: 78

Fiziksel Hal: Katı

Oksijen ile tepkime
vermez.