

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

AÇIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ ÖĞRETİM DİZİNİ İLE BİLİMİN DOĞASI
ODAKLI FEN İÇERİĞİ ÖĞRETİMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN
BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Melek Nur ERDOĞAN

Ankara
Nisan, 2011

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ
KİMYA ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

AÇIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ ÖĞRETİM DİZİNİ İLE BİLİMİN DOĞASI
ODAKLI FEN İÇERİĞİ ÖĞRETİMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN
BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

Melek Nur ERDOĞAN

Danışman: Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU

Ankara
Nisan, 2011

Melek Nur ERDOĞAN'ın AÇIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ ÖĞRETİM DİZİNİ İLE BİLİMİN DOĞASI ODAKLI FEN İÇERİĞİ ÖĞRETİMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ başlıklı tezi 29.04.2011 tarihinde, jürimiz tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Kimya Öğretmenliği Ana Bilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı	İmza
Başkan: Prof. Dr. Levent AKSU	
Üye : Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU (Tez Danışmanı)	
Üye : Doç. Dr. Fatih TAŞAR	
Üye : Doç. Dr. Güler EKMEKÇİ	
Üye: Doç. Dr. Salih ATEŞ	

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunduğum bu çalışmada engin bilgi ve tecrübesinden yararlandığım, öğretmenlik meslek kariyerimde ve hayatımın her alanında farklı bir bakış açısı geliştirmemi sağlayan, benim için her zaman örnek bir model olan Sayın Hocam Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU'na sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmam süresince sıkıntıya düştüğüm zamanlarda yardımcı olan bilgi ve tecrübesine inandığım Araştırma Görevlisi Sayın Halil TÜMAY'a çok teşekkür ediyorum.

Tez savunmasında değerli öneri ve görüşleri ile çalışmama katkıda bulunan tez jürisindeki tüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Çalışmam süresince maddi ve manevi desteklerini hiç esirgemeyen, sıkıntılı ve zor günlerimde hep yanımda olan canım annem ve babama teşekkürlerimi sunuyorum.

Maddi ve manevi destekleri ile hayatımın her döneminde ve bu tez çalışmasında yanımda olan canım kardeşlerim Murat ERDOĞAN ve Seda ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamın uygulamalarına büyük bir istekle katılan ve gelecekte kendilerini çok iyi yerlerde göreceğime inandığım Kalecik Anadolu Lisesi 11-Fen sınıfı öğrencilerime teşekkürlerimi sunuyorum.

Melek Nur ERDOĞAN

Ankara, 2011

ÖZET

AÇIK-DÜŞÜNDÜRÜCÜ ÖĞRETİM DİZİNİ İLE BİLİMİN DOĞASI ODAKLI FEN İÇERİĞİ ÖĞRETİMİNİN LİSE ÖĞRENCİLERİNİN BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA ETKİSİ

ERDOĞAN, Melek Nur

Doktora, Kimya Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof Dr. Fitnat KÖSEOĞLU

Nisan 2011, 200 sayfa

Bu çalışmanın amacı, lise düzeyindeki fen sınıflarında açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimini amaçlayan bir öğretim dizini geliştirmek ve bu öğretim dizininin öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin çağdaş anlayışlarına (bilimsel bilginin hümanistik özelliği, tarihi ve geçiciliği gibi) etkisini incelemektir. Ayrıca bu öğretim dizini ile öğretmenlerin, bilimin doğasının içeriğini öğrenmeleri ve bilimsel kontekst içinde bilimin doğası öğretiminin nasıl olması gerektiği konusuna yardımcı olmak hedeflenmiştir.

Bu örnek olay çalışmasında, 15 tane lise 3. sınıf öğrencisi amaçlı örneklem yöntemi ile seçilmiştir. Günümüzdeki fen eğitimi reformlarında vurgulanan bilimin doğası anlayışları ile öğrencilere bilimsel bilginin 1) değişimi, 2) deneyselliği, 3) teori yüklü olması, 4) insan hayal gücü, yaratıcılığı ve yorumunun ürünü olması ve 5) sosyo-kültürel değerlerle iç içe olması gibi özellikler verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca öğretim sırasında, gözlem ve çıkarım arasında farkı vurgulamak, teori ve kanunlar arasındaki ilişkiyi, bunların işlevleri ve gelişimini de açıklamak amaçlanmıştır. Öğretim dizini, açık-düşündürücü yaklaşım temel alınarak bilimin doğası anlayışlarının içerik konusu ile birlikte verilmesini ve kavramsal değişim yaklaşımına göre öğrenme çerçevesinde öğretimi içermektedir. Öğretim uygulamaları; kazanımlar, açık-düşündürücü etkinlikler ve değerlendirmeyi kapsamaktadır. Bu öğretim dizininin uygulamaları; bilimsel dünya görüşü, sorgulayıcı araştırmanın bilimsel metotları, bilimsel teşebbüslerin doğası, teori

ve kanun görüşlerini kimyasal denge konusu ile birlikte veren dört oturumda gerçekleştirilmiştir. Bu oturumlarda, kimyasal denge konusu kapsamında verilen örnekler, açıklamalar, gösterimler, bilim adamlarının yaşamlarından kısa bölümler içeren tarihi hikayeler (vinyetler), sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinliklerle; açık-düşündürücü yaklaşıma göre verilmeye çalışılmıştır.

Uygulama 2009-2010 öğretim yılının II. Döneminde haftada 3 saat olmak üzere 10 hafta sürmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak, Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C) ön ve son test olarak, yarı yapılandırılmış mülakatlar öğretim sonunda, alan notları ve yazılı geri dönütler uygulama süresince uygulanmıştır. Elde edilen veriler Temellendirilmiş Veri Çözümleme Metodolojisi (grounded theory) kullanılarak kalitatif olarak analiz edilmiştir. Ayrıca ön ve son anketlere verilen cevapların puanlanması yoluyla tüm öğrencilerin bir profili oluşturulmuştur.

Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, açık-düşündürücü öğretim yaklaşımı ile bilimin doğası anlayışlarının içerik konusu ile birlikte öğretiminin, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını bilinçli hale getirmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu yaklaşım hem içerik konusunun anlaşılmasının hem de öğrencilerde bilimsel bilginin değişimi, bilimin deneyliliği, bilimde gözlem, çıkarım, hayalgücü ve yaratıcılığın rolü ile ilgili anlayışların bilinçli hale gelmesini sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ile kimyasal denge konusu arasında birçok noktada bağlantı kurabildikleri sadece anket cevaplarından değil, aynı zamanda yazılı geri dönütlerden, mülakatlardan ve yazılı sınavlardan tespit edilmiştir. Öğrenciler uygulama boyunca kendi görüşlerini desteklemek için içerik konusuna uygun örnekleri bulup onları sınıf ortamında tartışmışlardır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular ışığında, bilimin doğasının farklı içerik konuları ile birlikte öğretime yönelik ve ileride yapılabilecek bilimsel araştırmalara dair öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bilimin doğası, açık-düşündürücü yaklaşım, kimya öğretimi, kimyasal denge.

ABSTRACT

THE EFFECT OF NATURE OF SCIENCE FOCUSED SCIENCE CONTENT TEACHING THROUGH EXPLICIT-REFLECTIVE TEACHING SEQUENCES ON HIGH SCHOOL STUDENTS' NATURE OF SCIENCE UNDERSTANDING

ERDOĞAN, Melek Nur

PhD, Department of Chemistry Education

Adviser: Prof. Dr. Fitnat KÖSEOĞLU

April, 2011, 200 pages

The aim of this study is to develop a teaching sequence for teaching nature of science (NOS) focused science content with an explicit-reflective approach and to examine the effect of this teaching sequence on students' contemporary NOS understandings (such as humanistic features, history, and tentativeness of scientific knowledge). Furthermore, it is also aimed to help teachers learn the NOS and how teaching the NOS should be done within a scientific context.

In this case study, 15 high school students at level III were selected with purposive sample method. NOS understandings emphasized in current science education reform documents such as 1) tentativeness, 2) empirical nature, 3) theory-laden nature, 4) creativity and imagination and 5) socio-cultural embeddedness of science were tried to teach students. Moreover, during the instruction it was also aimed to highlight the difference between the observation and inference, the relationship between theories and laws and their functions and development. The teaching sequence included teaching NOS understandings in the context of learning science content and teaching in the scope of learning as conceptual change approach by using an explicit-reflective approach. The instructional practices used in the study consisted of acquisitions, explicit-reflective activities and assessment.

Applications of this teaching sequence are realized at four sessions on scientific world view, scientific methods of inquiry, nature of scientific enterprise and theories/laws while teaching chemical equilibrium subject. In these sessions; examples, explanations, demonstrations, historical vignettes which are including short sections of

scientists life, inquiry based activities related with chemical equilibrium subject were used with an explicit-reflective approach.

Implementation took 10 weeks as 3 hours per week for the 2nd semester of 2009-2010 education years. In this study, data were collected with a NOS questionnaire applied as pre and post test, semi-structured interviews conducted at the end of the instruction period, field notes and reflections at the end of all activities. The obtained data were analyzed qualitatively in accordance with grounded theory methodology. Additionally, a profile was formed for each student by means of scoring the answers to pre and post questionnaire.

The results obtained from this study indicated that the explicit reflective teaching sequence was effective to make high school students develop more informed NOS understandings. This approach enabled the students to become more informed about the understandings related with tentative of scientific knowledge, experimental nature of science, the role of observations and inference, creativity and imagination in science. Additionally, the fact that students can relate NOS understandings with the chemical equilibrium on many aspects was understood from not only answers to questionnaire but also from interviews, written reflections and exams. During the instruction, students discussed the proper examples of the content to support their personal thoughts in the classroom environment.

In the light of the findings obtained from this study, recommendations regarding the teaching of NOS embedded in science content subjects and future possible scientific investigations were submitted.

Keywords: Nature of science, explicit-reflective approach, chemistry teaching, chemical equilibrium.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
Çalışmanın Amacı.....	9
Araştırma Soruları.....	11
Çalışmanın Önemi	11
Sınırlılıklar	14
Varsayımlar.....	14
Tanımlamalar.....	15
BÖLÜM 2: KAVRAMSAL ÇERÇEVE	16
Bilimsel Okuryazarlık.....	16
Bilimsel Okuryazarlığın Düzeyleri	18
Bilimsel Okuryazarlık ve Fen Müfredatları.....	20
Ülkemizdeki 1990 Sonrası Fen Müfredatları ve Bilimsel Okuryazarlık	23
Bilimin Doğası	28
Bilimin Doğasının Dayandığı Kuramsal Temeller	28
Bilimin Doğası ve Eğilimleri	30
Bilimin Doğası ve Karakteristikleri	34
Öğrencilerin Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri.....	38
Bilimsel Sorgulayıcı-Araştırma	40
Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulayıcı- Araştırma İlişkisi.....	42
Öğrencilerin Epistemolojik İnanışları Niçin Önemlidir?.....	44
Bilimin Doğası Anlayışları ve Kavramsal Değişim	46
Bilimin Doğasını Niçin Öğrenmeliyiz?	47
Bilimin Doğasını Nasıl Öğretmeliyiz?	50

BÖLÜM 3: YÖNTEM.....	57
Genel Bakış.....	57
Araştırma Soruları.....	58
Örnekleme	58
Araştırmanın Bağlamı	58
Öğretimde Uygulanan Etkinlikler.....	61
I. Oturum: Bilimsel Sorgulayıcı-Araştırmanın Bilimsel Metotları.....	64
II. Oturum: Bilimsel Dünya Görüşü	66
III. Oturum: Bilimsel Teşebbüslerin Doğası	68
IV. Oturum: Bilimsel Teori ve Kanunlar	70
Veri Toplama Araçları	71
Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C Anketi).....	72
Yarı-yapılandırılmış Mülakatlar	73
Yazılı Geri Dönütler:	73
Veri Toplama Süreçleri.....	73
Verilerin Çeşitlendirme (Triangulation) Dizaynı Metodu	74
Verilerin Analizi: Temellendirilmiş Kuram Veri Çözümleme Metodolojisi.....	75
Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi Analiz Süreci	76
Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar ve Yazılı Geri Dönütler Analiz Süreci.....	77
Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği	78
İnanılabilirlik (İç Geçerlik).....	79
Aktarılabilirlik (Dış Geçerlik)	81
Bağlılık (Güvenirlik) ve Doğrulanabilirlik (Nesnellik)	82
 BÖLÜM IV: SONUÇLAR VE YORUMLAR.....	 85
Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketinin Sonuçları.....	85
Öğrencilerin BDİG Profili	85
BDİG-C Anketinin I. Aşama Analiz Sonuçları	89
Bilimin Doğasına İlişkin Öğrenci Görüşleri	90
Grup Performansı.....	92
BDİG-C Anketlerinin II. Aşama Analiz Sonuçları.....	93
Bilimin Doğasının Çeşitli Boyutları Yönünden Öğrenci Görüşlerindeki Değişimler	93
Bilimsel Bilginin Değişimi.	94
Bilimin Doğasının Deneysel Temeli.....	95

Teori ve Kanun.	97
Gözlem ve Çıkarım.	99
Öznellik.....	100
Hayal Gücü ve Yaratıcılık	101
Sosyal ve Kültürel Değerler.....	102
Yarı Yapılandırılmış Mülakatların ve Yazılı Geri Dönütlerin Analizleri.....	103
Öğrenme Kazanımları.....	104
Bilimin Doğası Anlayışlarındaki Değişim.....	106
Bilimin Doğasının Tanımlanması	107
Bilimin Doğasının Önemi	107
Bilimde ve Bilimsel Bilginin Gelişiminde Deney	108
Bilim ve Evrensellik	109
 BÖLÜM 5: TARTIŞMA VE ÖNERİLER	 112
KAYNAKÇA.....	118
EKLER.....	134
Ek 1: Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C).....	134
Ek-2: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Rehberi.....	138
Ek 3: Mülakat Notlarından Örnekler.....	140
Ek 4: Yazılı Geri Dönütler.....	168
Ek 5: Açık-Düşündürücü Öğretim Dizini.....	170

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1: Bilimsel Okuryazarlığın Bileşenlerinin Bir Listesi.....	3
Şekil 2: Bilimin Doğası Odaklı İçerik Öğretimi.....	7
Şekil 3: Bilimin Doğası ile İlgili Yapılandırıcı Öğrenme Teorisinin Temelleri.....	30
Şekil 4: Bilimin Doğasının Kavramsal Bir Gösterimi.....	33
Şekil 5: Bilimin Doğası Öğretimi Uygulamalarının Şematik Özeti.....	59

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1: Bilimin Doğasına İlişkin Bilinçli Görüşler.....	13
Tablo 2: 9. Sınıf Fen Müfredatlarında Bilimsel Okuryazarlık Temalarının Yüzdesi....	27
Tablo 3: Öğretimde Uygulanan Aktivite ve Stratejiler.....	60
Tablo 4: İnanılabilirlik Kontrol Tablosu.....	80
Tablo 5: Aktarılabilirlik Kontrol Tablosu.....	81
Tablo 6: Bağlılık Kontrol Tablosu.....	83
Tablo 7: Veri Toplamaya Genel Bir Bakış.....	84
Tablo 8: Öğretim Öncesi Öğrencilerin BDİG Profili.....	87
Tablo 9: Öğretim Sonrası Öğrencilerin BDİG Profili.....	88
Tablo 10: Öğrencilerin Ön-Son BDİG Performansı.....	90
Tablo 11: Bilimin Doğası Anlayışlarında Grup Performansı.....	92

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAAS: American Association for the Advancement of Science

BDİG: Bilimin Doğasına İlişkin Görüşler

BDİG-C Anketi: Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi

NRC: National Research Council

PIB: Pedagojik İçerik Bilgisi

BÖLÜM I

GİRİŞ

Neden bilim eğitimi? Eğitimin ana hedefinin bireyin yaşam kalitesini arttırmak olduğunu ya da böyle olması gerektiğini ve demokrasinin de toplum içerisinde rasyonel değişiklikleri geliştirmede en iyi mekanizma olduğunu kabul ederiz. Bütün siyasi ve kültürel farklara rağmen, toplumların iyi eğitim görmüş vatandaşlara ihtiyaç duyduğu genel kabul gören bir düşüncedir. Çünkü bilimin güzelliği her alana uygulanabilir olmasıdır diyen genç bilim insanı Yasemin Koç; “bilim insana analitik bir düşünce tarzını öğretir. Bu düşünce tarzına göre, bir problem parçalara bölünebilir ve farklı açılardan incelenebilir. Bazı noktaları daha iyi anlamamıza yardımcı olabilir. Bilim bir araç olabilir, başka bir dil gibi...” (Patterson, 2010) diyerek bilimin, demokratik toplum yapısı üzerinde çok önemli bir etkisinin olduğunu gösterilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Bu nedenle eğitimciler ve politik liderler modern toplumların değişimi ve gelişimi için bilim ve teknolojinin bir katalizör olduğunu kabul ederler. Günümüzde artan bu beklentiler ile birlikte hızla gelişen teknolojik yeniliklerin etkisi, orta dereceli okullardaki fen eğitiminin, süreçlerinin ve amaçlarının yeniden düşünülmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Son yıllarda, bu eğilimlerin etkisiyle bilimin doğasına, bilimsel süreçlere ve bilim-teknoloji-toplum yönüne vurgu yapan fen müfredat reform hareketleri oldukça yoğundur. Bu girişimlerin sonucunda müfredatlarda üç sembolik sloganın etkisi görülmektedir: fen-teknoloji-toplum, herkes için fen ve bilimsel okuryazarlık (Smith and Gunstone, 2007).

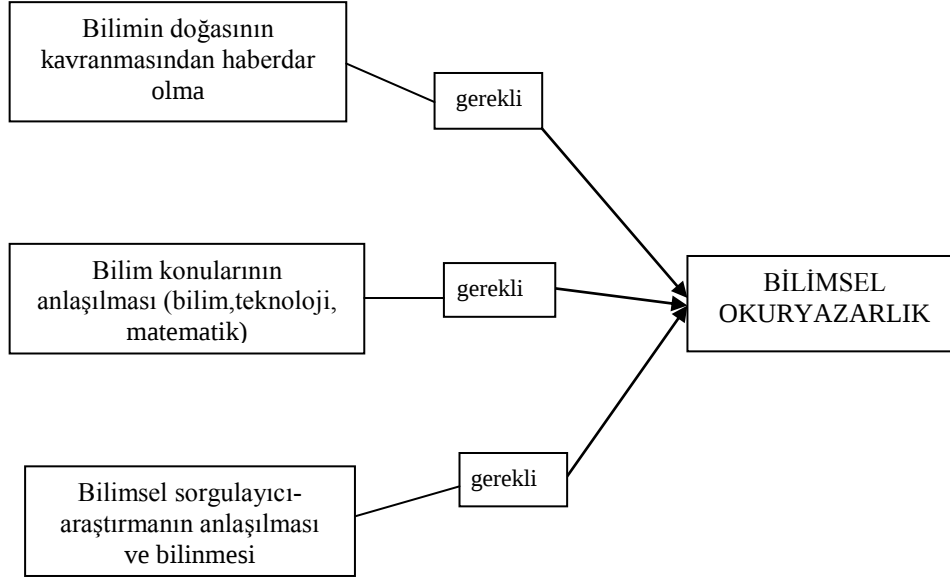
Bilim eğitimi tarihini incelediğimizde, bilimsel okuryazarlığın genel bir kavram olduğu görüşü ve bu görüşün hala geniş bir yelpazede kabul gördüğü görülmektedir. Bu yüzden bilimsel okuryazarlık, belirli bilimsel ve teknik kariyerler için bir hazırlık değil, genel eğitimsel amaçlar için bilimin geniş ve işlevsel bir anlayışını vurgulayan kapsamlı bir ifadedir. Bilimsel okuryazarlık, doğal dünyada daha etkin bir şekilde yaşamak için

toplumun, bilim hakkında ne bilmesi gerektiğini tanımlar. Son zamanlarda fen eğitiminin amaçları, bilimsel okuryazarlığın birkaç kapsamlı tanımını kapsamaktadır ve bilimsel okuryazarlık fen eğitimi reformlarının vizyonu olarak kabul görmektedir.

Jenkins (1997), bilimsel okuryazarlık ile ilgili yapılan bilimsel araştırmaları tarayarak pek çok çalışmada, bilimsel okuryazarlığı gerçekleştirmenin ve geliştirmenin niçin gerekli olduğunu ortaya koyan argümanların olduğunu tespit etmiştir. Örneğin; bilim adamları bilimsel okuryazarlığının gelişimine destek verebilirler. Çünkü bilimsel okuryazarlık, kamunun bilimle alakalı sosyal konuları ve günlük olayları anlamasına yardımcı olabilir. Bilim adamlarının yaptıkları çalışmalar için politik destek ya da bilimsel çalışmalara düşmanlık besleyenlere (hayvan hakları koruyucuları vb.) karşı bir görüş oluşturmaının sağlanmasına yardımcı olabilir. Dahası bilimsel okuryazarlık, insanların, bilimin sınırlamalarını anlamaya yardımcı olursa bilime karşı ilgisizliği ve hayal kırıklığını azaltabilir. Diğer yandan ekonomistler, zenginlik, refah ve bilimsel okuryazarlık arasında pozitif bir ilişki olduğunu algıarlarsa bilimsel okuryazarlığını destekleyebilir. Katılımcı demokrasiyi benimseyen bireyler, kendi açılarından bilimle alakalı konularda karar alabilmek ve bilimsel uzmanların almış oldukları kararları değerlendirebilmek için bilimi kültürel bir aktivite olarak görürlerse bilimsel okuryazarlığını kucaklayabilir. Bilimsel okuryazarlık; vatandaşlara, çevre konularında sürdürülebilir bir gelişmenin sağlanması için gerekli olan bilimsel bilgi ve becerileri kazanmalarını sağlayabilir. Son olarak kadın ve azınlık haklarını destekleyen dernekler için bilimsel okuryazarlığının artması kadınlar ve azınlıklar ile ekonomik ve sosyal eşitsizlik ve adaletsizlikleri vurgulamak için bir argüman oluşturabilir (Boujaoude, 2002). Bu nedenle son yıllardaki fen eğitimi reform çabalarının temel amacı bilimsel okuryazar bir toplum oluşturmak olarak görünmektedir (Bybee, 1997; AAAS, 1993; Millar and Osborne, 1998; NRC, 1996, Science Council of Canada 1984, UNESCO 1983).

Bilimsel okuryazarlık terimi konusunda farklı görüşler olmasına rağmen, bu terimin okul fen müfredatının içeriği ve şekli hakkındaki tartışmalara yön verdiği kesindir. Jenkins (1994), bilimsel okuryazarlığın bilimsel fikirlerle bağdaştırıldığında bilimin genel sınırlamalarına, amaçlarına ve bilimin doğasına hizmet ettiğini vurgularken; Deboer (2000), bilimsel okuryazarlığın basitçe bilim eğitiminin kendisini konuşmak olduğunu belirtmiştir. Trowbidge ve ark. (2000), bilimsel okuryazarlığını

bilimsel sorgulayıcı araştırma, bilim-toplum ilişkisi ve bilimsel bir dünya görüşü fikirlerini içeren kapsamlı bir terim olarak ifade etmiştir.



Şekil 1: Bilimsel okuryazarlığının bileşenlerinin bir listesi. Bilimsel bir okuryazar birey için düşünülmesi gereken üç anlayışın bir gösterimi (AAAS,1990; AAAS 1993; NRC, 1996).

Bu tanıma göre bilim okuryazarı bir bireyin sahip olduğu bilimsel dünya görüşünün genel kabul görmüş bilimsel bilgiler ile tutarlı olması, bilim ve toplum ilişkisinin nasıl olduğunu anlaması (Turner & Sullenger, 1999) ve bilimsel sorgulayıcı araştırma yapabilmesi beklenir. Bu nedenle son yıllarda fen müfredat reformlarındaki vurgu; fenin bilgisi ile ilgili anlayışları geliştirmekten bilimsel okuryazarlığın boyutlarını geliştirmeye doğru kaymıştır. (Bybee 1997; Goodrum et al., 2001). Bu bağlamda Hodson (1992), fen eğitiminin temel amaçlarını; bilimin öğrenimi (bilimsel bilginin oluşumunu anlamak), bilim hakkında bilgi (bilimin metodolojisi, tarihi ve felsefesi ile ilgili konuların anlaşılması) ve bilimi yaparak öğrenme (bilimsel bilginin oluşumunu ortaya koyan aktivitelere katılma) olarak açıklamıştır. Benzer bir şekilde Justi ve Gilbert (2003), fen eğitimi “bilimin öğrenimi”, “bilim yaparak nasıl öğrenilir?” ve “bilim hakkında bilgi” olarak üç bölüme ayırmıştır.

Peki okullarda fen eğitiminin bu amaçlarını nasıl gerçekleştireceğiz? Eğitim bir vakum içinde gelişemez. O bir bağlama ihtiyaç duyar ve fen derslerinde kaçınılmaz olan bu bağlam, bilim içeriğini ve kavramsal öğrenmeyi kapsar. Bu yüzden fen dersleri,

uygun bir bağlamda öğrencilerin gelişiminde temel rol oynayan bilimsel fikirlerin kazanılmasına dönüktür. Ne yazık ki, hala fen eğitiminin temel amacı, öğrencilere içerik bilgisinin verilmesi olarak gözükmektedir ve daha da talihsiz olanı birçok fen müfredatının ve ders kitaplarının referans çerçevesi, içerik konularının mantıksal bir sırayla verilmesi şeklindedir. Bunun sonucu olarak okul fen öğrenimi kapsamında beklenen, içeriğin kazanılması olarak görünür. Bu nedenle günümüzdeki fen eğitimi uygulamaları, fenin süreçlerine daha az vurgu yapan ve fenin ürünlerini vurgulamaya hizmet eden bir öğretimde, sadece öğrencilerin fen içerik bilgisini test etmeye yöneliktir. Bu sonuç, öğrencilerin okul sonrası hayata hazırlama ve eğitimin amaçlarını gerçekleştirme çabalarında yetersizliklere neden olmaktadır (Holbrook, 2010). Yani müfredatlarda ve sınıf uygulamalarında Şekil 1’de gösterdiğimiz bilimsel okuryazarlık için gerekli olan bileşenlerden daha çok bilim konularının anlaşılması vurgulanırken bilimsel sorgulayıcı-araştırma ve özellikle bilimin doğasının çağdaş görüşlere göre kavranması konusunda eksiklikler ve yetersizlikler mevcuttur (Rudolph, 2000, BouJaoude, 2002). Bu durum ülkemizdeki müfredatlarda ve sınıf uygulamalarında da kendini göstermektedir (Köseoğlu, 2008). Bu yüzden günümüzdeki reform hareketleri müfredatlarda ve fen sınıflarında daha önemli iki noktaya odaklanmaktadır: “bilim yaparak nasıl öğrenilir? (bilimsel sorgulayıcı-araştırma)” ve “bilim hakkında bilgi (bilimin doğası ve bilim epistemolojisi)”.

Bilimsel okuryazar vatandaşların gelişiminde önemli bir boyut olarak öğrencilerin bilimin doğasını kavramaları gösterilmektedir (DeBoer,1991). Öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını geliştirmek, öğrencilerde bilimin doğasının doğru gelişimine yardımcı olmayı ve öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki yanlış fikirlerin farkında olmasını sağlar (Meichtry, 1998). Turner & Sullenger (1999), bilimin doğası anlaşılmadığı sürece bilimsel okuryazarlıkta başarı sağlanamayacağını ifade etmiştir. Bu yüzden öğrencilerin bilimin doğasını, bilimsel kavramların bilgisini kavramaları ve sorgulayıcı-araştırma için gerekli olan yeteneğin kazandırılması günümüzdeki fen eğitimi reformları olarak vurgulanmaktadır (AAAS, 1990; AAAS 1993; NRC, 1996). Fakat yapılan araştırmalarda okul feninin doğası hakkındaki inanışlar ile profesyonel bilimin doğası hakkındaki inanışlar arasında bir uyumun olmadığını ortaya koymaktadır. Bu uyumsuzluğun nedeni olarak, birçok fen öğretmeninde ve dolayısıyla birçok fen sınıfında hala bilimin pozitivist görüşünün geçerliliğini koruduğu gösterilebilir. Bu pozitivist imajda bilim adamı tek başına laboratuvarında çalışır ve dünya

hakkındaki gerçekleri keşfeder. Eğer bilim adamları aynı konu hakkında birden fazla teori geliştirirlerse, bu teorileri ile ilgili anlaşmazlıklar sadece toplanan deneysel veriler ile çözülür ve karara bağlanır. (Driver et al., 2000 p.4). Oysaki son yıllarda yapılan araştırmalarda bilim adamlarının yaptıkları çalışmalarda ve öğrenmede sosyal ve mantıki süreçlerin önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yeni vizyon bilimin pozitivist resmi ile uyuşmamaktadır. Bu nedenle Sandoval (2005) bu farklı epistemolojik fikirleri “pratik” ve “formal” olarak tanımlamıştır. Pratik epistemolojiyi “öğrencilerin okul fen bilgileri hakkında sahip oldukları bir dizi fikirler” olarak tanımlarken formal epistemolojiyi “bilim sonucunda ortaya çıkan ürünler ve bilimsel bilgi hakkındaki bir dizi fikirler” olarak tanımlamıştır. Örneğin; okulda öğrencilerin bir iddiayı test etmek istediklerinde tasarladıkları plan bilim adamlarınkinden farklıdır, onlar planlarını tasarlarken daha büyük disiplinler bir teorik çerçeve çizmezler. Doğru düşündükleri bir iddiayı daha fazla araştırmak için bir test planı yaparlar. Bu yüzden okullarda öğretilen fen çoğunlukla metodolojik yaklaşımlar ve olaylar bütünü olarak ele alınır ve sıklıkla bilimin doğasının deneyselliği, bilimdeki belirsizliği ve bilimin tahmin edilemez olmasını vurgulamada sorun yaşarlar. Bunun sonucunda öğrencilerin sahip olduğu değerler, tutumlar ve kültürel yaklaşımlar hem bilimsel aktivitelerin yorumunu hem de uygulamasını etkileyebilir. Bu yüzden son yıllardaki fen eğitimi araştırmaları, deneysel yapılandırıcılık ya da mantıksal pozitivizmden farklı bir paradigmaya doğru gitmektedir (Tsai,2003). Bu paradigma, bilimin çağdaş epistemolojik görünümüne, bilimsel bilginin hümanistlik özelliğine, tarihe ve geçiciliğine daha fazla vurgu yapar. Böylece bilimsel bilgi ile bağlantılı konular, iddialar ve uygulamalar daha geniş sosyo-kültürel bağlamda çalışır (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Hodson, 1993). Bunun sonucunda bilimsel okuryazarlığın ana bileşeni olan bilimin doğasının tam olarak anlaşılması, öğrencilerin öğrendikleri bilimsel bilgiyi uygulamalarına ve anlamalarına yardımcı olmada önemli bir rol oynar.

Abd-El-Khalick ve Akerson (2004), öğrencilerin bilimin doğasını öğrenmelerinin daha geniş epistemolojik fikirleri de (bilginin ne olduğu, nasıl yapılandırıldığı ve nasıl değiştiği hakkındaki öğrenci fikirleri) etkilediğini öne sürmüştür. Öğrencilerin öğrenme ve düşünme hakkındaki inanışları ve bu inanışlar ile bilimin doğası arasındaki ilişkinin ortaya konması, kritik düşünebilmesine ve daha iyi kararlar vermesine yardımcı olabilir. Öğrencilerin bilim hakkındaki inanışları ile bilgi, bilmek ve öğrenme hakkındaki daha genel inanışlar arasındaki boşluğun nasıl

olduğunun bilinmesi bilimin doğasının öğretimi için üzerinde durulması gereken bir noktadır. Eğer fen eğitimi öğrencilere bilimsel kavramları ve süreçleri öğretmeyi içeriyorsa ve birçok ülkenin ulusal fen eğitimi dokümanlarında bu amaçlar merkezi bir noktada yer alıyorsa bundan sonra yapılması gereken öğrencilerin bilim öğrenme aktivitelerine katılmasını sağlayan yolları araştırmaktır. Çünkü bilim öğrenme etkinliklerine katılma bilim hakkındaki fikirlerin yapılandırılması için en etkili yoldur. Bilimsel süreçlerle (belli gerekçelere dayandırılarak fikirlerin üretilmesini içeren) birlikte bilimin doğasının öğretimi birçok fen eğitimi standartlarının önemli bir kısmını oluşturur ve bu epistemoloji ile fen eğitimi arasında bir bağlantı sağlar.

Yapılan araştırmalarda fen eğitimi reformlarının yansıtıldığı müfredat ve pedagojik stratejilerden öğretmenlerin faydalandığına dair çok az kanıt vardır (Roehrig and Kruse, 2005). TIMSS (1996) çalışmasında, fen derslerinde ve ders kitaplarında sadece fen içeriğini taşımaya yönelik vurgunun devam ettiğini ortaya koymuştur. Bütün öğrenciler için öğrenmeye yardımcı olan bilimin doğası ile bağlantılı sorgulayıcı-araştırmaya dayalı uygulamaların gerçekleştirilmesinde öğretmenlere materyal temin etme noktasında yardım etmeye ihtiyaç vardır. Çünkü fen öğretmenleri, sınıfta sorgulayıcı-araştırmayı bir metot olarak kullandıklarında öğrencilerin bilimi kavramsal olarak anladıklarını ve bilimin doğası hakkındaki inanışlarını geliştirdiklerini ileri sürdüler. Fakat araştırmalar, fen sınıflarında öğrencilere sorgulayıcı-araştırma ile bağlantılı bilimin doğası açık bir şekilde (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Smith et al., 2000) öğretilmezse tek başına sorgulayıcı-araştırma uygulamasının bilimin doğası hakkındaki inanışlarını değiştirmediklerini göstermektedir (Bell et al., 2003; Linn & Songer, 1993; Meichtry , 1993; Moss, 2003; Sandoval & Morrison 2003, Milwood, 2006).

Fen eğitiminin “gerçek” doğası, eğitimsel çerçeve içine bilimin doğasını öğrenmeyi koyar. Bu yüzden bilimin doğası anlayışlarının öğretimi öğretmenlerin konu içerik bilgisinin bir parçası olarak düşünülebilir. Özellikle bilimin kendi sözdizimsel bilgisi, bilimsel bilginin gerekçeleri ve bilimsel bilginin kaynaklarının bilgisi gibi. Araştırmacılar, bilimin doğası öğretiminin sezgisel bir sonuç yerine bilişsel bir görüş olduğunu (Abd- El Khalick, 2001) ve bilimin doğasının, pH ve fotosentez reaksiyonları gibi içerik konusunun birçok yönünü (Lederman, 1998) ifade ettiğini öne sürmüşlerdir. Başka bir deyişle bilimin doğası bilim alanı içinde belirli bir konu olarak görülebilir. Bu

nedenle reform dokümanlarını incelediğimizde, bilimin doğası anlayışlarının içerik standartları olarak kabul edildiği görülmektedir (NRC, 1996). Böylece öğretmenler bilimin doğası görüşlerini içerik konusunun bir parçası olarak düşünebilir. Bu yüzden bilimin doğası diğer içerik konuları gibi öğretilir (Hanuscin ve Lee, 2011). Ancak yapılan araştırmalarda, bilimin doğasının içerik konuları ile birlikte değil de ayrı bir konu olarak sunulduğunda öğrencilerde yanlış kavramlara neden olduğu ve öğrencilerin içerik konusunu öğrenmeye karşı direnç geliştirdikleri gözlemlenmiştir (Bybee, 2001; Eick, 2000; Farber, 2001; NAS, 1998; Nickels, Nelson, & Beard, 1996; Scharmann & Harris, 1992).



Şekil 2: Bilimin Doğası Odaklı İçerik Öğretimi

Bu tez çalışmasında benim iddiam, açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında uygun bir değişim ve gelişim sağlayabileceği yönündedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası öğretiminin, kavramsal değişim çerçevesinde öğrenme (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004) temelinde, özellikle fen içerik konuları ile birlikte (Abd-El-Khalick, 2001) etkili olduğunu göstermektedir. Açık-düşündürücü yaklaşım, örtük mesajlara dayanan sonuçların beklenmesi yerine öğrencilerin kavramlarını açık ve planlı bir şekilde düzeltme amacını geliştirmeyi amaçlar. Bu yaklaşım, sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, tartışma ve sorularla öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına bilinçli bir şekilde dikkatin çekilmesini sağlar. “Açık-düşündürücü” terimi “didaktik” ile karıştırılmamalıdır. “Açık-düşündürücü” terimi bu çalışmada bilimin doğası hakkındaki öğretimi vurgulamak için kullanılmıştır. Bilimin doğası anlayışları, öğrencilerin bilim etkinliklerine katılma, bilimsel süreç becerilerini yapma ya da fen içeriğinin öğretimi sonucunda ortaya çıkacak beklentiler yerine bilinçli bir

şekilde planlanmalı, öğretilmeli ve değerlendirilmelidir. Yani bu yaklaşım, günlük fen derslerinde kullanılan etkinliklerin, araştırmaların ve tarihi örnekler bağlamında kullanılan bu taktiklerin nasıl uygulanacağını içerir. Böylece açık-düşündürücü yaklaşım, bilimin doğası anlayışlarının; tartışma, özel sorgulama, yol göstererek üzerinde düşündürme (guided reflection) ve bilim sınıfı etkinlikleri bağlamında yapılan sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, bilim tarihinden örnekler sunma ve geleneksel fen sınıfı etkinlikleri gibi öğretim teknikleri ile amaçlı bir öğretimi kapsar.

Bilimin doğası ile ilgili öğretimde, Shulman'ın (1986) pedagojik içerik bilgisi (PİB), bu tez çalışmasının kavramsallaştırılmasında, teorik çerçeveyi etkilemiştir. Pedagojik içerik bilgisi kavramı, öğrencinin öğrenimini kolaylaştıran bir kontekste konu bilgisi, konu dönüşümleri ve yorumları konusunda öğretmenlerin tercihi olarak tanımlanmıştır. Shulman (1986) PİB'i bilginin özel bir kategorisi olarak tanımlayarak "öğretim için neler yapılabileceği ile ilgili bilgi, içerik konu bilgisinin ötesindedir" şeklinde ifade etmiştir.

Grossman (1990), pedagojik içerik bilgisini, öğrencilerin anlama bilgisi ve belirli konuların öğretimi için sunum ve stratejilerin bilgisinden meydana geldiğini ifade etmiştir. Buna ek olarak, PİB, öğretim için kullanılabilir müfredat materyallerinin bilgisi, ve belirli konuların öğretimi için araçlar hakkındaki inanışlar ve bilginin oluşumu olarak tanımlanabilir. Grossman'ın (1990) öğretmen bilgisi modelinde PİB birbiri ile ilişkili üç kategorinin merkezinde yer almaktadır: konu bilgisi, genel pedagojik bilgi ve bağlamsal bilgi.

Magnusson ve ark. (1999), fen öğretimi için pedagojik içerik bilgisinin beş unsurunu içeren modifiye edilmiş yeni bir kavram önerdiler. Birinci bileşen; amaçların, öğretmenlerin inanışlarını yansıtan ve *bilim öğretimine doğru yönelimleri belirleyen* ve fen öğretiminde yapılacak uygulamaların tüm yönlerinde öğretmenlerin karar vermesine rehberlik edecek bir "kavramsal harita" olarak hizmet etmesidir. (Borko & Putnam, 1996). İkinci bileşen *fen müfredatlarının bilgisi* ve öğrenciler için bütün seviyelerde müfredat amaçlarını bilmeyi içermektedir. Üçüncüsü, *bilimi, öğrencilerin anlamasının bilgisi* ve bir konunun kavramsal anlaşılmasını geliştirmeye yardım etmek için öğrenmenin gerekleri ve öğrenmenin zorlukları gibi öğrenciler hakkında öğretmenin ihtiyaç duyduğu bilgilerin bilgisidir. Dördüncü bileşen, *bilimde değerlendirmenin bilgisi* ve onları nasıl değerlendirebilecekleri ve değerlendirmek için bilim öğrenmenin

bileşenleri olduğunu bilmeyi yansıtmaktır. Beşinci ve son bileşen, *öğretimsel stratejilerin bilgisi*, bilim alanı içinde hangi konulara odaklanılacağı, konuya özel stratejiler ve genel olarak bilim öğretimi için konuya özel stratejilerin bilgisini içermektedir. Magnusson et al.(1999), bu bileşenlerin etkili bir fen öğretimin yapılması için temel bir işlevi olduğunu savunmaktadır. Bilimin doğası için pedagojik içerik bilgisi; bilimin doğası bilgisi, geleneksel fen içerik bilgisi ve bir bağlam içinde açık-düşündürücü yöntemle bilimin doğası öğretiminin pedagojik bilgisini içerir (Schwartz & Lederman, 2002).

Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, lise düzeyindeki fen sınıflarında, bilimin doğası ile ilgili çeşitli anlayışları içerik konusu ile birlikte öğretmeyi amaçlayan açık-düşündürücü öğretim dizini geliştirmek ve bu öğretimin öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin çağdaş anlayışlarına (bilimin çağdaş epistemolojik görünümü, bilimsel bilginin hümanistlik özelliği, tarihi ve geçiciliği gibi) etkisini incelemektir. Bu açık-düşündürücü yaklaşımla hazırlanan öğretim dizini ile günlük fen derslerinde kullanılan etkinliklerin, araştırmaların ve tarihi örnekler bağlamında kullanılan taktiklerin öğretim uygulamalarındaki teorisini ortaya koyan örnek bir çalışma sunmak istedim. Ayrıca geleneksel fen içerik konusu ile bilimin doğası öğretimini merkeze alan bu çalışmada öğretmenlere, bilimin doğasının içeriğini öğrenmeleri ve bilimsel kontekst içinde bilimin doğası öğretiminin nasıl yapılacağı konusunda yardımcı olmayı hedefledim. Çünkü öğretmenlerin bilimin doğası ve geleneksel fen içerik konuları arasındaki ayrılmaz ilişkiyi anlamaları gerekir.

Bilimin doğası öğretiminin içerik konusu ile birlikte harmanlanarak verilmesinin tüm sınıf seviyelerinde bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede daha başarılı olduğu kabul edilmektedir (Abd-El-Khalick, 2001; Lederman, Schwartz, Abd-El-Khalick, & Bell, 2001, Lederman, 2007). Ben de bu çalışmada bilimin doğasına ilişkin anlayışları açık-düşündürücü yaklaşım ile vermeye çalışırken içerik konusu ile birlikte ele almanın daha uygun olacağını düşündüm. Çalışmada öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarının ne olduğu hakkında daha fazla bilgi edinmek için sorgulayıcı- araştırmaya dayalı etkinlikler hazırlandı. Çünkü öğrencilerde bilimsel sorgulayıcı-araştırma ile

bilimin doğası anlayışlarını birleştirmek önemlidir. Bilimin bu yönlerinde örtüşme ve etkileşim olmasına rağmen yine de ikisi arasındaki ayrımı geliştirdiğimiz öğretim dizini süresince özen göstererek vurgulamaya çalıştım. Bilimsel süreçler; gözlem, sınıflama, ölçme, sayı ve uzay ilişkileri kurma, veri toplama, verileri yorumlama, sonuç çıkarma, değişkenleri belirleme, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme, iletişim, hipotez kurma, deney yapma olarak tanımlanabilir (AAAS,1990; 1993; NRC, 1996). Bilimsel sorgulayıcı-araştırma ise bilimsel süreçlerden daha karmaşık bir yaklaşım olup, onların döngüsel bir şekilde kullanılmasını kapsar. Diğer taraftan bilimin doğası ise sonuç olarak elde edilen bilimsel bilginin karakteristiklerini ve bilim etkinliklerinin epistemolojik görünümünü ifade eder. Böylece bilimsel bilginin zorunlu olarak teori yüklü olduğunun farkına varılmasının sağlanması önemlidir. Bu tez çalışmasında geliştirilen öğretim dizininde, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, bilimsel sorgulayıcı-araştırma ve bilimin doğası ile ilgili kavramları birbirine karıştırmadan bunlarla ilgili daha uygun anlayışlar geliştirmelerine özen gösterilmiştir.

Çalışmada içerik konusu olarak kimyasal denge konusu seçilmiştir. Kimyasal denge, lise ve üniversite kimyasının birçok konusunun temelini oluşturan önemli bir konudur (Hackling & Garnett, 1985). Bu konu, birçok genel kimya kavramının ve ilkelerinin sentezlenmesini sağlayarak kimyanın daha ileri düzeyde anlaşılmasını sağlar (Camacho & Good, 1989). Kimyanın matematiğini içeren kimyaya giriş kavramları olan mol kavramı, kimyasal reaksiyonların denkleştirilmesi, stokiyometri ve kimyasal reaksiyonlarda hız kavramlarının anlaşılmasına temel teşkil ederek birçok kimya giriş kavramının incelenebildiği bir konudur. Ülkemizde, 2009-2010 öğretim yılı itibarıyla 11. Sınıf Lise Kimya müfredatı; Kimyasal Reaksiyonlarda Hız, Kimyasal Denge, Çözünürlük Dengeleri, Asitler ve Bazlar, Yükseltgenme-İndirgenme Reaksiyonları ünitelerinden oluşmaktaydı. Bu konunun kavranabilmesi için kimyasal denge ile ilişkili kimyasal tepkimelerde hız, çözünürlük dengeleri ve asit-baz dengesi önem arz etmektedir. Ayrıca bu konunun içerik öğretiminin yanı sıra kimyasal dengenin tarihi ve felsefi gelişiminin ortaya konması öğrencilerin bilgi, bilme ve bilimin doğası hakkındaki inanışlarının ve bunların kesişme noktasının ortaya çıkmasını sağlar. Bu çalışma iki ayrı amaca hizmet etmektedir. 1) Öğrencilerde bilimin doğası ile ilgili çağdaş anlayışların tespiti ve geliştirilmesi 2) Açık-düşündürücü yaklaşımla hazırlanan öğretim dizini kullanılarak bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin, öğrencilerin

bilimin doğasına ilişkin anlayışlara etkisini değerlendirmektir. Bu amaçlara ulaşabilmek için aşağıda belirtilen araştırma sorularına cevap bulmaya çalıştım:

Araştırma Soruları

1. Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin ilk anlayışları nelerdir?
2. Açık-düşündürücü öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisi nedir?
3. Açık-düşündürücü öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin sonucunda öğrencilerde bilimin doğası anlayışlarındaki değişimler (eğer varsa) nelerdir?
4. Bilimin doğasının öğretimi sonucunda elde edilen bilimin doğası bilgisindeki kazanımlar, öğrenme ve düşünme açısından öğrencilerin daha fazla bir bakış açısı geliştirmelerine yardımcı olur mu?

Çalışmanın Önemi

Birçok ülkede son yıllarda yapılan fen eğitimi reformları, etkili bir şekilde bilimsel okuryazarlığı geliştirmek için bilimsel teşebbüse ve bilimin tarihi ve felsefi yaklaşımlarını öğretmeye odaklanmıştır (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Aikenhead & Ryan, 1992; Carey & Stauss, 1968; Clough, 1997; Dekkers, 2002; Gess-Newsome, 2002; Lakin & Wellington, 1994; Lederman, 1992; Liu & Lederman, 2002; McComas & Olson, 1998; Ravinder & Dana, 1997; Ryder, Leach, & Driver, 1999; Schwartz, Lederman, & Crawford 2000). Bunun yanında araştırmacılar ve fen eğitimcileri, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının ne olduğunun bilinmesinin önemli olduğu ve bu anlayışların nasıl öğretilmesi gerektiği üzerine de son yıllarda yoğun bir şekilde tartışmaktadır (Rutherford 2001 & Abd-El-Khalick, 2004). Bu sorulara ilişkin literatür incelendiğinde, bilimin doğası öğretiminde bilim öğrenme deneyimleri ile birlikte açık-düşündürücü yaklaşımın etkili olduğunu savunan çalışmalar vardır (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman, 2007). Bu yaklaşım, bilimin doğasını bilişsel bir öğrenim kazanımı olarak kabul eder ve öğretimin planlanmasını sağlar. Bu yüzden bu tez çalışması, lise öğrencilerinin bilimin doğası görüşlerini etkileyen belirli bir fen içerik konusu kapsamına gömülü bilimin doğası

anlayışlarının açık-düşündürücü yaklaşımla nasıl verilebileceğini ve öğrencilerin bilimin doğası görüşlerini ve bu görüşleri arasındaki karmaşık ilişkiyi araştırmak açısından bir girişim olmuştur. Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını ve bu anlayışların birbiri ile ilişkisini derinlemesine araştıran bu çalışma, hedeflenen fen içeriği ve sınıf bağlamında etkileşimin, öğrencilerin bilimin doğası görüşlerine etkisini araştırmaya dönük bir çabadır.

Ayrıca bu çalışma, fen eğitimi literatürüne açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası anlayışlarının fen içerik konusu ile birlikte nasıl öğretilebileceğine ilişkin öğretim uygulamaları ile ilgili bir boşluğu doldurma girişimidir. Son araştırmalar, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına ve gelişimine daha çok yoğunlaşmıştır ve bu çalışma, öğretim ile öğrencilerin görüşleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymuştur. Bu öğretim, tartışma, özel sorgulama, yol göstererek üzerinde düşündürme, bilim sınıfı etkinlikleri bağlamında yapılan sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, bilim tarihinden örnekler ve geleneksel fen sınıfı etkinliklerinin açık-düşündürücü yaklaşımla nasıl verilebileceğini göstermeye dönük bir çabadır.

Bilimin doğası kavramları dinamikler ve zamanla değişebilir. Farklı geçmiş deneyimlere sahip olan bireylerin bilimin doğasına ilişkin kavramlarının sofistike düzeyleri farklıdır. Bilimin doğası kavramlarının sofistike düzeylerindeki farklılığın derecesi eğitim seviyesi yüksek olan kişiler arasında da sıklıkla gözükmektedir. Örneğin; Abd-El-Kkalick (2001), iki uç noktadaki grubun bilimin doğası kavramlarının düzeyini karşılaştırmıştır. Fen eğitiminde bilimin felsefesi ve tarihi alanında doktora yapan dokuz öğrenci birinci grup, Amerikan Edebiyatı tarihinde doktora yapan 9 öğrenci ise ikinci grup olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olarak bu iki grup Uzmanlar ve Acemiler olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmanın sonunda Uzman grubun bilimin doğasına ilişkin anlayışları Acemilere göre üç kat daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. Bu araştırma bulguları bilimin doğası kavramlarının sofistike düzeylerine göre bireylerin sınıflandırılabilirliğini göstermektedir. Bu tez çalışmasında biz de, öğrencilerin bilimin doğası kavramlarındaki sofistike düzeylerini 2 kategoride inceledik: zayıf görüş (naive), ve bilinçli görüş (informed). Lederman ve arkadaşlarının (2002) tanımladığı bilimin doğasına ilişkin anlayışları ve bu anlayışları tanımlayan ifadeleri (Tablo 1) öğrencilerin görüşlerini değerlendirmede doğrulayıcı kaynak olarak kullandık. Tablo 1, bilimin doğasına ilişkin anlayışları tanımlamaları ile birlikte vermektedir.

Tablo 1. Bilimin Doğasına İlişkin Bilinçli Görüşler

Anlayışlar	Tanımlamalar
Değişebilme özelliği	Bilimsel bilgi gözlemler ve mevcut gözlemlerin yeniden yorumlanmasıyla değiştirilebilir. Bilimin doğasının diğer tüm yönleri bilimsel bilginin geçiciliği için mantıksal bir açıklama sağlar.
Deneyssel temel	Bilimsel bilgi doğal dünyadan elde edilen gözlemlere dayalıdır ya da bu gözlemlerden türetilir.
Öznellik	Bilim halen kabul gören bilimsel teoriler ve kanunlar tarafından yönlendirilir ve bu kanun ve teorilerden etkilenir. Soruların gelişimi, araştırmalar ve verilerin yorumlanması mevcut teorinin ışığında seçilir. Bilimin gelişimine ve tutarlı kalmasına izin veren bu öznellik kaçınılmazdır. Ayrıca bu durum, yeni bilginin yaklaşımına göre önceki deliller incelendiğinde bilimin değişimine katkı sağlar. Kişisel öznellik de kaçınılmazdır. Kişisel değerler, gündemler ve önceki deneyimler bilim adamlarının ne gibi ve nasıl çalışmalar yürüteceklerini belirler.
Yaratıcılık	Bilimsel bilgi insan hayal gücü ve mantıksal düşünme sonucu oluşur. Bu oluşum doğal dünyadan elde edilen gözlemlere ve bu gözlemlerden elde edilen çıkarımlara dayalıdır.
Sosyo-kültürel değerler	Bilim, insan çabasıdır bilimin uygulamaları toplumdan ve kültürden etkilenmektedir. Değerler ve kültür beklentileri bilimin ne olduğuna, nasıl yürütüleceğine, yorumlanacağına ve kabul edilmesine karar verir.
Gözlem ve çıkarımlar	Bilim gözlem ve çıkarımlara dayanmaktadır. Gözlemler insan duyuları ve bu duyuların uzantıları yoluyla toplanır. Çıkarımlar gözlemlerin yorumlanmasıdır. Günümüzde bilimdeki yaklaşımlar ve bilim adamları hem gözlemlere hem de çıkarımlara rehberlik eder. Çoklu yaklaşımlar gözlemlerin geçerli bir çok yorumunun yapılmasını sağlar.
Teori ve kanunlar	Kanunlar gözlenen ve algılanan doğadaki olgular arasındaki ilişkileri tanımlar. Teoriler, doğal olgular arasındaki ilişkilerin mekanizmasını açıklayan ve doğal olgulardan çıkarılan açıklamalardır. Bilimde hipotezler bilimsel komitelerde kabul görmesi ve önemli destekli kanıtların birikimi ile teorilerin ve kanunların oluşumuna yol açabilir. Teoriler ve kanunlar bir diğeri ile gelişmez, yani hiyerarşik bir ilişki yoktur, onlar açık ve işlevsel bir şekilde bilimsel bilginin farklı türleridir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırma; veri toplama araçları, araştırmanın yürütüldüğü bağlam ve katılımcıların özellikleri açısından sınırlılıklar içermektedir.

1. Çalışma, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini daha ayrıntılı incelemek amacıyla Kalecik Anadolu Lisesi Fen bölümünde okuyan 15 Lise III. sınıf öğrencisi ile sınırlandırılmıştır.
2. Araştırma süresi, 2009–2010 öğretim yılı bahar dönemi ile sınırlıdır.
3. Araştırmanın bağlamını oluşturan “Açık-Düşündürücü Öğretim Dizini ile Bilimin Doğası Odaklı Fen İçeriği Öğretimi” dersi haftada 3 saat olmak üzere 10 hafta ile sınırlıdır.
4. Araştırma, katılımcıların bilimin doğası hakkındaki görüşlerini belirleme amacıyla kullanılan veri toplama araçları ve bu veri toplama araçlarına verilen cevaplar ile sınırlıdır.
5. Araştırmada elde edilen nitel verilerin analizi araştırmacının ve yardımcı araştırmacıların nitel veri analiz becerileri ile sınırlıdır.

Varsayımlar

Belirlenen araştırma tasarımı ve veri çözümleme yöntemi araştırma problemlerine cevap bulmak için uygundur. Kalitatif bir araştırmanın özellikle veri toplama ve değerlendirilmesi aşamasında gerekli koşullarından biri önyargıdan bahsetmektir. Bu çalışmada toplanan bilgilerin öğrencilere özgü olmasını sağlamak için öğrencilerin mülakat notlarını, ön ve son testler öğrencilerle paylaşılmıştır. Öğrenciler kendilerine verilen ölçme araçlarında yer alan sorulara kendi düşünce ve tutumları doğrultusunda samimi cevaplar vermişlerdir. Belirlenen araştırma tasarımı ve veri çözümleme yöntemi araştırma problemlerine cevap bulmak için uygundur. Kullanılan veri toplama araçları, araştırmada belirlenen sorulara cevap aramak için uygundur.

Araştırmanın katılımcıları görüşmelerde ve yazılı dokümanlarda sorulan soruları içtenlikle yanıtlamıştır. Araştırma süresince öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini etkileyecek başka bir durum ortaya çıkmamıştır.

Tanımlamalar

Bu tez çalışmasının daha iyi anlaşılabilmesi için bazı terimlerin tanımlarının verilmesinin gerekli olduğunu düşündüm. Literatür çerçevesinde bu terimlere karşılık gelen tanımlamalar yapıldı. Bu yüzden bu tezle bağlantılı anahtar terimlerin tanımlamaları aşağıda verilmiştir:

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma: “Bilimsel bilginin yararı, kabulü ve gelişimi ile ilgili etik değerleri ve icatları kapsayan, bilimsel bilginin elde edilmesindeki bilimsel süreçlerin ve girişimlerin karakteristikleri” (Schwartz ve ark. 2004).

Açık- düşündürücü (explicit-reflective) yaklaşım: İçerik ve süreç boyunca direkt bilimin doğası öğretimini sağlayan bir yaklaşım.

Örtük (Implicit) Bilim Öğretim Yöntemi: Öğrencilerin içerik ve süreç öğretimi sırasında bilimin doğasını kendiliğinden öğrenebileceklerini varsayan bir yaklaşım.

Bilimin doğası anlayışlarına ilişkin zayıf (naive) görüş: Günümüzdeki fen eğitimi reformlarında ve literatüründe özetlenen çağdaş görüşlerle uyumlu olmayan görüş.

Bilimin Doğası: Bilimsel bilgi ve onun gelişiminin doğasındaki inanış ve değerleri kapsayan insan çabasının geniş bir alanı.

Pozitivist Görüş: Evrenin olduğu gibi gerçekçi bir şekilde tanımlamasının yapılabileceği görüşüdür. Buna göre bilimsel prensipler (kanun, teori gibi) doğada gizli olarak bulunur ve bilim insanları nesnel gözlem ve deneyler yaparak tümevarımsal bir şekilde bunları ortaya çıkarır.

BÖLÜM 2

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bilimin doğası ile ilgili literatür incelemesine dayalı olarak teorik bir çerçeve sunduk. Literatür incelememizde şu temaları inceledik: Bilimsel okuryazarlık, bilimsel okuryazarlık ve düzeyleri, fen müfredatları ve bilimsel okuryazarlık, ülkemizde 1990 sonrası bilimsel okuryazarlık ve fen müfredatları, bilimin doğası, bilimin doğası ve eğilimleri, bilimin doğasının dayandığı kuramsal temeller, bilimin doğası ve karakteristikleri, öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşleri, bilimsel sorgulayıcı-araştırma, bilimin doğası ve bilimsel sorgulayıcı-araştırma, öğrencilerin epistemolojik inanışları niçin önemlidir? Bilimin doğası anlayışları ve kavramsal değişim, bilimin doğasını niçin öğretmeliyiz? Bilimin doğasını nasıl öğretmeliyiz?

Bilimsel Okuryazarlık

Bilimsel okuryazarlık terimi, okul fen eğitiminin yakın ve uzak hedeflerinin tartışmalarında gittikçe daha yoğun bir şekilde yer almaktadır. 1990 yılında UNESCO, fen eğitiminin “Bilimsel ve teknolojik okuryazar vatandaşlardan oluşan bir dünya toplumu” oluşturması konusunda desteklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. (Millar, 2006). Bunun gibi benzer ifadeler, birçok önemli ulusal raporlarda ve müfredat dokümanlarında da kullanılmıştır. Örneğin; Amerika’daki fen eğitimi standartları, “farklı yaş düzeylerindeki öğrencilerin bilimsel bir şekilde okuryazar yapabilmek ve bilim okuryazarı bir halk oluşturmak için öğrencilerin bilmek ve öğrenmek konusunda neye ihtiyaçları olduğunu ortaya koymak günümüzün vizyonudur (National Research Council, 1996, p.2)” diyerek bütün öğrencilerin bilimsel bilgileri ve becerileri elde

etmesini, bireysel karar vermek için gerekli zihinsel alışkanlıklara sahip olmasını, fen-teknoloji- toplum tartışmalarına katılmasını ve küresel bir toplumda üretken bireyler olmasını sağlamayı hedeflemiştir. Amerikada'ki özellikle üç ana fen eğitimi projesi; Project 2061, SS&C (Scope Sequence and Coordination, ve NSES (National Science Education Standarts) bilimsel okuryazarlığın geniş bir vizyonuna rehberlik etmektedir. Bu projelerden biri olan Project 2061: Science for All Americans (American Association for the Advancement of Science, 1989); öğretmenler, müfredat uzmanları, fen eğitimcileri ve bilim adamlarının fen eğitimi konusunda görüş birliğine vardığı, ortak bir düşünceyi yansıtan önemli bir vizyon projesidir. Bu proje fen müfredatının vizyonunun şunları vurgulaması gerektiğini ortaya koymuştur: 1) Bilimin içeriğine tematik bir yaklaşım. Örneğin; öğrencilerin okul deneyimleri boyunca tekrarlanan ve dikkate değer derinlikteki düşünceleri dikkate alan geniş birleştirici fikirler (örn. Sistemler, değişimler ya da tutarlılık), 2) Fizik, kimya ve diğer bilimsel düşünce alanlarını birbirinden ayıran ve geleneksel disiplinler sınırları aşan disiplinler arası düşünme, 3) Fen ve teknoloji arasındaki ilişkiler ve toplum için fen ve teknolojinin anlamı, 4) Bilimsel zihin alışkanlıklarının kazandırılması, 5) Bilimsel sorgulayıcı araştırma becerilerinin gelişimi, en azından bilimsel bilginin metotları ile direkt bir deneyimin olması (Gehrke, Knapp & Sirotnik, 1992). İngiltere'deki ulusal fen müfredatı da tüm öğrencilerin bilimsel okuryazar olmasına yardımcı olmayı sağlayacak fırsatları sunan bir öğretim programıdır. Çünkü İngilterede'ki Beyond 2000 raporu (Millar & Osborne, 1998), “5 -16 yaş arasındaki öğrencilerde bilimsel okuryazarlığın gelişimi için izlenmesi gereken öncelikli yolun, bu amaca hizmet eden bir fen müfredatının geliştirilmesi” gerekliliğinin üzerinde durmuştur. İngiltere'deki Kraliyet Topluluğu (Royal Society-AAAS'ye benzer bir organizasyon) Amerika'daki AAAS'nin tanımıyla uyumlu olarak bilimsel okuryazarlığın üç boyutunu tanımlamaktadır: 1) Bilgi birikimi olarak bilim: Gerçekleri, kanunları, kavramları ve teorileri anlama. 2) Bilimsel sorgulayıcı-araştırma: Sorgulayıcı-araştırmaya bilimsel yaklaşım anlayışı. Bilimsel çalışmayı tanımlama ve bilimsel ve bilimsel olmayan arasındaki farkı ayırt edebilme yeteneği. 3) Sosyal girişimcilik: Sosyal girişimcilik olarak fen anlayışının kazandırılması (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996). Kanada, K-12 fen müfredatının amacının bilimsel okuryazarlığı geliştirmek olduğunu belirterek bilimsel okuryazarlığın yedi boyutunu (bilimin doğası, kavramlar, bilimin süreçleri, fen-teknoloji-toplum etkileşimi, beceriler, değerler, ilgi ve tutumlar) tanımlamış ve fen eğitiminde öğrencilerin bu boyutları kazanmasını hedeflemiştir. Böylece öğrencilerin ihtiyaçlarını

karşılamada, fen müfredatının genişlemesi için ortaya çıkan argümanlar, tüm öğrenciler için fenin bilgisi anlayışından (Fensham, 1985) bilimsel okuryazarlık vurgusuna (Bybee 1997; Goodrum et al., 2001) doğru değişmiştir.

Sonuç olarak, fen ve teknoloji yoluyla şekillenen bir dünyada yukarıda belirttiğimiz amaçlar doğrultusunda bilimsel ve teknolojik okuryazarlığın gelişimi bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu zorunluluk ülkemizde de hissedilmiş ve 2004'te başlayan fen dersleri ile ilgili müfredat reform hareketlerinde, en azından resmi müfredatlarda “tüm vatandaşların fen ve teknoloji okuryazarı olması” vizyonu temel alınmış (Köseoğlu ve ark., 2008) ve bilimsel okuryazarlığı “Bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirme, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilerin bileşimidir” (TTKB, 2005) şeklinde tanımlanmıştır. İlköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatının değişimi, ortaöğretimdeki biyoloji, fizik ve kimya derslerinin de bu reformlar etkisinde değişimini gerekli kılmıştır. Bu nedenle 2008-2009 yılından itibaren kademeli olarak fizik, kimya ve biyoloji müfredatları yenilenmiş ve Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından kabul edilerek kademeli olarak uygulanmaya başlanmıştır.

Bilimsel Okuryazarlığın Düzeyleri

Son yıllardaki fen eğitimi reformlarında bilimsel okuryazar bir toplum oluşturmada bilimsel okuryazarlığın farklı düzeyleri tanımlanmaktadır. Abd-El-Khalick & Boujaoude (1997); bilimsel okuryazarlığı, düşük ve yüksek düzey olarak tanımlamışlardır. Düşük bilimsel okuryazarlık, dünya ile ilgili gerçeklerin bilgisine odaklanırken; yüksek bilimsel okuryazarlık, günlük yaşamdaki deneyimlerin ve doğal fenomenlerin açıklanması ve tanımlanmasında, bilimsel gerçeklerin kullanımı olarak görülmektedir. Abd-El-Khalick & Boujaoude (1997)'e göre; düşük bilimsel okuryazarlık; düşük düzeyde zihinsel bir çaba gerektirmeyen elle yapılan işlere vatandaş hazırlama ve verilen toplam eğitimle bağlantılıdır. Yüksek bilimsel okuryazarlık ise yaratıcı meslekler ve daha fazla entelektüellik gerektiren vatandaşların yetiştirilmesi ile ilgilidir.

Abd-El-Khalick & Boujaoude, teknolojinin ortaya çıkması ile bütün öğrenciler için yüksek düzeyde bilimsel okuryazarlığın gerekli olduğunu öne sürmektedir. Yüksek düzeyde bilimsel okuryazarlığın verilen eğitimle tam olarak sağlanamadığı, bu yüzden daha özenli ve daha sıkı fen programlarının gerekli olduğunu ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, bugünkü teknolojik toplumlarda bireylerin ve tüm öğrencilerin yüksek düzeyde bilimsel okuryazarlığa ulaşılması hedeflenmelidir.

Koballa, Kemp ve Evans (1997), bilimsel okuryazarlığın üç geniş boyutunu aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- Bilimsel okuryazarlığın düzeyleri
- Bilimsel okuryazarlığın alanları
- Toplumsal ve bireysel olarak bilimsel okuryazarlığı takip etmek için yüklenen değerler

şeklinde ifade etmişlerdir. Koballa ve ark. (1997), bilimsel okuryazarlığın bu üç boyutundan ilki olan bilimsel okuryazarlığın düzeylerini aşağıdaki gibi yedi düzeye ayırarak tanımlamışlardır:

Düzy 1: Bilimle alakalı konuları ve kelimeleri tanımlamada başarısız olma.

Düzy 2: Bilimle alakalı kelimeleri ve konuları tanımlama fakat ciddi yanlış kavramları açığa çıkaracak minimal açıklamalar sunma.

Düzy 3: Bilimsel terimleri doğru bir şekilde kullanma fakat bu kullanımı bir kontekste sunma ve bilimi daha geniş bir kapsam içinde yanlış anlayarak gösterme.

Düzy 4: Veri, gözlem, değişken ve hipotez gibi kavramları anlama ve bilimsel araştırmaların sonuçlarını değerlendirme ve tasarımılamak için onları kullanma.

Düzy 5: Bilim disiplininin büyük fikirlerini anlama ve bu büyük fikirler ile diğer disiplinlerdeki fikirlerle nasıl bağlantılı olduğunu gösterme.

Düzy 6: Bilimsel disiplinin doğasını anlama ve tarihini bilme.

Düzy 7: Bilimin kültürle iç içe olduğunu bilme, anlama.

Bilimsel okuryazarlığın ikinci boyutu olan bilimsel okuryazarlık alanlarını ise beşe ayırmışlardır: Sorgulayıcı-araştırma olarak bilim, doğa bilimi, yaşam bilimi, dünya ve uzay bilimi ve bilimin doğası ve tarihidir. Üçüncü boyut olarak da “bilimsel okuryazarlık bir değerdir ve herkes tarafından kabul edilmelidir.” şeklinde tanımlamışlardır. (Koballa ve ark. 1997).

Fen eğitimi reformlarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri, bilimsel okuryazarlık ve düzeylerini ifade eden görüşlerdir. Amerika’daki ulusal fen eğitimi standartları, bilimin doğası ve bilimsel okuryazarlık arasındaki ilişkiyi aşağıdaki gibi ifade etmektedir (NRC, 1996):

“...Bilimin doğasının gelişiminin bilgisi en çok bilimsel bilginin geçiciliği, olasılığı, yinelenmesi, hümanistliği ve bilimin doğasının tarihi ile yakından ilgilidir. Bu bilginin yapısı, işlevi ve bilimin gelişimi, bilimsel bilginin doğasının anlaşılmasını ifade eder. Bu kavrayış bilimsel okuryazarlığa izin verir.”

Bilimsel Okuryazarlık ve Fen Müfredatları

Bilimsel okuryazarı olan bir toplumdaki birey, hem bilimsel bilgiyi hem de anlamamanın ve düşünmenin bilimsel yollarını bilir ve demokratik bir toplumda yetenekli ve sosyal sorumluluğa sahip bir vatandaş olur. Bu çerçeve içinde, bilimsel okuryazarlığının boyutları genel olarak; a) bilimin doğasının anlaşılması; bilimsel bilginin doğası, bilimin metotları ve normları; b) bilimsel anahtar kavramların, ilkelerin ve teorilerin anlaşılması (bilimin içerik bilgisi), c) bilimin ve teknolojinin gerçekte içiçe nasıl beraber çalıştığını anlama; d) toplumda bilimin ve teknolojinin etkisini kavrama ve takdir etme; e) bilimsel bir kontekste iletişim yeterliği, okuma ve yazma yeteneği ve beşeri bilgileri sistematik bir şekilde anlama; f) Günlük hayatla ilgili becerileri muhakeme etme ve bazı bilimsel bilgileri uygulama olarak belirtilmiştir (Shwartz, Ben-Zvi and Hofstein, 2005).

Bilimsel okuryazar vatandaşları hazırlamada fen öğrenimine ve öğretimine rehberlik edecek fen müfredatlarının nasıl olması gerektiği konusunda Roberts (1988), “Fen olarak neyi kabul etmeliyiz ve öğrenciler feni niçin öğrenir” sorularına cevap bulmak için müfredat vurgusu olarak yedi farklı tanımlama geliştirmiştir. Bu tanımlamalar: (1) İçinde yaşadığı çevreyi anlamak ve kontrol etmek için günlük hayata vurgu; (2) Disipliner bir şekilde fen nasıl işler sorusuna cevap bulmak için fenin yapısına vurgu; (3) Sosyal ve teknolojik yaklaşım içinde fen bilgisini yerleştirmek için

fen, teknoloji ve toplum vurgusu; (4) Bilimsel süreç becerilerine vurgu; (5) fen teorileri ve kavramları ile fenin ürünlerine odaklanan doğru açıklamalara vurgu; (6) fen tarihi ile birlikte bireysel çaba ve kültürel gelenek olarak fenin bireysel açıklamalarına vurgu; (7) Öğrencileri gelecek yıllara hazırlamada temel bulgulara vurgu.

Osborne (2003) ise daha genel bir şekilde bilimin nasıl olması gerektiğini tanımlayan ve müfredatta olması gereken temaların bir listesini aşağıdaki gibi vermiştir:

1) **Bilimsel metotlar ve eleştirel test etme**; hipotezlerin test edilebilmesi için kanıtların oluşturulması gerekir. Bu bilimin temel noktasıdır. Öğrencilere bilimde fikirleri test etmek için deneysel metotların kullanıldığı ve bir iddianın oluşturulabilmesi için tek bir deney sonucunun çok nadir yeterli olabileceğini gösteren temel teknikler öğretilmelidir.

2) **Yaratıcılık**; öğrencilerin keşfetmelerine izin veren bir yol oluşturularak bilimi yapmalarını sağlamak. Öğrenciler, bilimi birçok diğer beşeri aktiviteler kadar hayal gücü ve yaratıcılık gerektiren bir aktivite olduğunu ve bazı bilimsel fikirlerin çok büyük zihinsel başarılar olduğunu değerlendirmelidir. Öğrenciler bilim adamlığının, hayal gücü ve ilhama dayalı çalışmalar yapan insanları gerektirdiğinin farkına varmalıdır.

3) **Bilimsel bilginin tarihi gelişimi**; bilim aktivitesinin beşeri doğasına ve bilimdeki gelişmelerin değerlendirilmesine ve bilimin etkileri ile sosyal faktörlere vurgu yapılmalı. Öğrencilerin bilimsel bilginin gelişimi için bazı tarihi geçmişler öğretilmelidir.

4) **Bilim ve sorgulama**; fikirlerin sürekli test edilmesi ve değerlendirilmesi için bilimin dinamik gücünün gösterimi olarak sorgulamanın öğretilmesi gerekir. Öğrencilere bir bilim adamının çalışmasının önemli bir yönünün yeni sorulara izin veren cevaplar aramak ve sorular sormanın periyodik süreçleri olduğu ve bunların sürekli olduğu öğretilmelidir. Bu süreçler yeni bilimsel teorilerin ve tekniklerin ortaya çıkmasına izin verir.

5) **Bilimsel düşüncenin farklılığı**; bilim aktivitelerinin genişliğine, bu aktivitelerin metotlarla esneyebildiğine ve bu aktivitelerin diğer alanlardan fikirlerin

ithal edilmesine vurgu yapılmalı. Öğrencilere bilimde tek bir bilimsel metot ya da yaklaşımın olmadığı, bilimde bir dizi metot ve yaklaşımların kullanıldığı öğretilmelidir.

6) **Bilgilerin değerlendirilmesi ve yorumlanması;** verilerin yorumlanabildiğine ve farklı bilim adamlarının aynı veriden farklı sonuçlar çıkarabileceği vurgulanmalı. Öğrencilere verilerin yorumlanması ve değerlendirilmesini gerektiren fen uygulamaları öğretilmelidir. Öğrenciler bilimsel fikirlerin veriden basit bir şekilde ortaya çıkmadığını ve teorinin karmaşık beceriler ve yorumlama süreci yoluyla oluşturulduğunun farkına varmalıdır.

7) **Bilim ve kesinlik;** modern bilimin doğasının geçiciliğine vurgu yapılmalı. Öğrenciler neden özellikle okulda öğretilen fendeki çoğu bilimsel bilginin iyi kurulmuş ve mantıklı bir şüphenin ötesinde olduğunu kabul ederler. Bunun yerine bu bilimsel bilgilerin niçin akla yatkın bir şüpheyeye daha açık olduğunu değerlendirmeleri gerekir. Günümüzdeki bilimsel bilgi sahip olduklarımızın en iyisi olduğu fakat eski olaylar hakkında yeni deliller ve yorumlar sayesinde ileride değişime uğrayabileceği de açıklanmalıdır.

8) **Hipotez ve tahmin;** öğrencilere bilim adamlarının hipotezler geliştirdikleri ve doğal olgular hakkında tahmin yürüttükleri öğretilmelidir. Bu süreç yeni bir iddia oluşturacak bilginin gelişimi için gereklidir.

9) **Bilimsel bilginin gelişiminde birlikte çalışma ve işbirliği;** Öğrencilere bilimin toplumsal ve rekabetçi bir aktivite olduğu öğretilmelidir.

Bu dokuz temanın bilimsel okuryazarlık ile çok iyi uyum içinde olması, K-12 müfredat gelişiminde, uygulamada ve öğretmen eğitiminde bu temaların niçin daha fazla desteklenmesi gerektiğini ortaya koyan birçok çalışma vardır (McComas 1998, Wilkinson 1999; Tsai ve Liu, 2005, Doroty ve Gunsten, 2007; Millar; 2006).

Kesidou ve Roseman (2002), Amerika’da Project 2061 (AAAS, 1990) projesi kapsamında, ortaokul düzeyindeki dokuz fen müfredatını; konuların içeriği ve eğitimsel yaklaşımları belirleme açısından incelemişlerdir. Analizde, müfredatların a) amacın algılanmasını sağlama, b) öğrencilerin fikirlerini dikkate alma, c) konu ile ilgili fenomenlere, öğrencilerin dikkatini çekme, d) bilimsel fikirleri geliştirme, e) öğrencilerin düşüncelerini ilerletme gibi ipuçlarını yansıtıp yansıtmadığı incelendiğinde,

mevcut müfredatların ortaokul düzeyindeki öğretmen ve öğrencilerin bilim öğrenmelerine hizmet etmede eksik olduğu sonucuna varmışlardır.

Chiapetta ve arkadaşları (1991,1993) ortaokul düzeyindeki fen kitaplarının içeriğini, bilimsel okuryazarlık temaları ve bu temaların dengesi açısından ve lise düzeyindeki biyoloji kitaplarının içeriğini (2007) ise bilimsel okuryazarlığın temel bileşeni olan bilimin doğası açısından analiz etmişlerdir. Analiz sonuçları; ortaokul düzeyindeki fen kitapları içeriğinin bilimin doğası temasına hizmet etmediğini, lise düzeyindeki biyoloji kitaplarının içeriğinin ise “ne öğretilmeli” sorusuna cevap verdiğini fakat “nasıl öğretilim” sorusuna yeterince cevap vermediğini göstermiştir.

Ülkemizdeki 1990 Sonrası Fen Müfredatları ve Bilimsel Okuryazarlık

Ülkemizde Millî Eğitim Bakanlığı’nın program geliştirme çalışmaları, 1990 tarihinde başlatılan Dünya Bankası desteğindeki Millî Eğitimi Geliştirme Projesi ile önemli gelişmeler göstermiştir. Bu projenin amaçları arasında programları iyileştirmek ve geliştirmek ile ders kitapları ve öğretim materyallerinin kalitesini yükseltmek ve verimli kullanmak da yer almaktadır. Millî Eğitim Sisteminde kaliteyi artırmak amacıyla 1990 yılında başlatılan Millî Eğitimi Geliştirme Projesinin (MEGP) aşağıda verilen üç temel amacı vardır (MEB, 2002):

- Öğretmen eğitiminde kaliteyi ve geçerliliği artırarak OECD ülkeleri ortalamasına yaklaştırmak,
- İlk ve ortaöğretimde kaliteyi artırarak öğrenci başarısını OECD ülkeleri ortalamasına yaklaştırmak,
- Eğitim yöneticilerinin yönetim ve işletme becerilerini geliştirerek kaynak kullanımında daha ekonomik ve etkili olabilmeyi sağlamak,

İlköğretim Fen Bilgisi (4, 5, 6, 7 ve 8. sınıf) öğretim programları yeni yaklaşımlar göz önünde bulundurularak hazırlanmış olup, Talim Terbiye Kurulunun 13.10.2000 tarih ve 387 sayılı kararı ile kabul edilip, Kasım 2000 tarih ve 2518 sayılı Tebliğler Dergisinde yayımlanan 2001-2002 öğretim yılından itibaren denenip geliştirilmek üzere uygulamaya konmuştur.(MEB:14.08.01:9566 Sayılı Genelge). Bu program anlayışında; bilimsel gelişmelerin önemini anlayan, bu gelişmelerin topluma

ve çevreye etkilerini fark edip değerlendirilebilen, yapıcı, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, sorunları bilimsel yöntemlerle çözebilen ve doğru kararlar verebilen, edindikleri bilgi ve bulguları başkalarıyla paylaşabilen ortak çalışmaya yatkın, özgüveni yüksek, uygar bireyler yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bütün bu yaklaşım ve ilkeler doğrultusunda Fen Bilgisi Öğretim Programlarının hedeflerine ulaşabilmesi için programın uygulanmasında aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmiştir.

1- Fen Bilgisi öğretiminin 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar arası bütünlüğünün büyük önem taşıması nedeniyle 4 ve 5. sınıf öğretmenlerinin de sınıflar arası bağlantıların kurulması ve çalışmalara katılımları için gerekli önlemler alınacaktır.

2- İlköğretim müfettişleri rehberlik ve denetim işlevlerini programdaki değişim ve yaklaşımlara paralel olarak sürdüreceklidir.

3- Bu programda, sınıflar arası ünite dağılımlarında değişiklikler yapılmış, birleştirilen, çıkarılan ya da eklenen konular yer almaktadır.

4- Bu programa kademeli bir geçiş yapılmadığı için üst sınıfa devam edecek öğrencilerin bazı üniteleri tekrar etmemesi ve yeni konuların da işlenebilmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

5- Öğrenciler, aktif ve etkin öğrenmenin gereği olan çalışmalarını bir etkinlik dosyası oluşturarak sağlayacaklardır. Bu dosyada öğrencinin kendisinin ürettiği gezi, gözlem, proje, kendini değerlendirme ve gözlem formu, deney, araştırma, inceleme etkinliklerine ait çalışmaları yer alacaktır. Böylece öğrenciler, dönem boyunca ürettiklerini karşılaştırarak hem kendi kendilerini değerlendirme olanağı bulurlar hem de gelişimini izleyebilecek ve öğretmen tarafından değerlendirilebilecektir.

6- Öğretmenler, etkin öğretme- öğrenme yöntem ve tekniklerini olanakları ölçüsünde araştırarak, kendilerini geliştirecekler ve yöntemleri Fen Bilgisi dersinde uygulayacaklardır.(MEB:14.08.01:9566 Sayılı Genelge)

Yeni bir toplum, yeni bir bilim adamı, yeni bir eğitim- öğretim, yeni bir öğretmen ve yeni bir öğrenci modeli gündeme gelmiştir. Bilgiyi üreten, bilgiye ulaşan ve bilgiyi kullanan insanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenlerle güçlü bir gelecek oluşturabilmek için her bireyin Fen ve Teknoloji eğitimi alarak yetişmesi gerekmektedir. Bu süreçte fen dersleri önemli bir yer almaktadır. Bu görüşler

doğrultusunda 2004 yılında Fen Bilgisi dersi müfredat programı değiştirilerek dersin adı “Fen ve Teknoloji” olmuştur. Dersin adında yapılan değişikliklerle

- Fen derslerinin içeriğinin sadece bilgidan oluşmadığı,
- Teknoloji eğitiminin yeni müfredatta ağırlıklı bir yere sahip olduğu vurgulanmak istenmiştir.

2004’te başlayan fen dersleri ile ilgili müfredat reform hareketlerinde en azından resmi müfredatlarda “tüm vatandaşların bilim okuryazarı olması” vizyonu temel alınmış ve bilimsel okuryazarlık “Bireylerin araştırma-sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme becerileri geliştirme, yaşam boyu öğrenen bireyler olmaları, çevreleri ve dünya hakkındaki merak duygusunu sürdürmeleri için gerekli olan fenle ilgili beceri, tutum, değer, anlayış ve bilgilerin bileşimidir” (TTKB, 2005) şeklinde tanımlanmıştır. Yeni programlarda öğrenciye, dinleyen, alıştırma yapan ve sorulara cevap veren bir rol yerine, sorular soran, problem kuran, problem çözen, tıpkı bir bilim insanı gibi gereksinim duyulan bilgiyi ortaya çıkarmaya ve değerlendirmeye yönelik faaliyetlere girişen, etkinlikler yoluyla kendi bilişsel yapısını oluşturan aktif bir rol öngörülmektedir. Programlarda öğrencinin aktif ve bilgiyi yapılandırmacı rolü üzerinde altı çizilerek durulmaktadır. Öğrenci, bilgiye nasıl ulaşması gerektiğini bilen, bilgiye ulaşarak bunu zihninde yeniden yapılandıran, sonunda da yeni bilgi üretebilen bireydir.

Yeni öğretim programlarında, öğretmene “öğretici” yerine “ortam düzenleyici”, “yönlendirici” ve “kolaylaştırıcı” roller yüklenmektedir. Öğretmenin temel rolü öğrenme-öğretme ortamını düzenlemek, etkinlikler konusunda öğrencilere rehberlik yapmaktır. Öğretmene rehberliğin yanı sıra işbirliği sağlayıcı, yardımcı, kolaylaştırıcı, kendini geliştirici, planlayıcı, yönlendirici, bireysel farklılıkları dikkate alıcı, sağlık ve güvenliği sağlayıcı roller verilmiştir (Eğitim Reformu Girişimi, 2005). Bilim, doğa hakkındaki gözlemler için açıklama; teknoloji ise insanların yaşadıkları çevrede karşılaştıkları sorunlar için çözüm yolları önerir. Öğrenciler; bilgisayar, televizyon gibi aletlerin çalışma prensiplerini, doğa olaylarının nedenlerini, vücutlarının nasıl değişikliğe uğradığını merak ederler. Günümüzde dengeli beslenme ve çevre kirliliği çocuğun geleceği yönünden çok önemlidir. Bunlar okullarda öğrencilere uygulamalı olarak gösterilmelidir. Yeni programda fen konuları, teknoloji boyutu gözetilerek ele alınmıştır. Bu programda bilimsel düşünce ve süreçlerin niteliği, bilimsel tutum ve değerler, bilim ve teknolojinin genel doğası, bilim-teknoloji-toplum etkileşmesi

hakkında öğrencilerin bilgi sahibi olmaları esas alınmıştır. Programın geliştirilmesinde yapılandırıcı yaklaşım esas alınmıştır (Köseoğlu, 2004).

İlköğretim fen ve teknoloji dersi müfredatının değişimi, ortaöğretimdeki biyoloji, fizik ve kimya derslerinin de bu reformlar etkisinde değişimini gerekli kılmıştır. Bu nedenle 2007 yılında 2008-2009 yılından itibaren orta öğretimde kademeli olarak uygulanması için fizik, kimya ve biyoloji müfredatları Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı tarafından kabul edilmiştir.

Köseoğlu ve Erdoğan (2008), 2008-2009 öğretim yılında uygulanmaya başlayan 9. sınıf kimya, fizik ve biyoloji müfredatlarını, resmi müfredat düzeyinde ele alarak, bilimsel okuryazarlık temaları ve bu temaların dengesi açısından içerik analizi yapmışlardır. Analizde, Chiapetta ve ark. (1991, 1993) tarafından bilimsel okuryazarlığın tüm tanımlamalarını yansıttığı düşünülen dört yönünün vurgulandığı teorik çerçeve kullanılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre; fizik müfredatı incelendiğinde (Tablo 2); müfredata bilim-teknoloji-toplum etkileşimi temasının (%25) daha çok vurgulanması beklenirken bilimin araştırma doğası temasının (%43) daha baskın olduğu görülmüştür.

Kimya müfredatında bilimsel okuryazarlık temalarının yüzde oranlarına bakıldığında (Tablo 2) kimya müfredatında bilimin bilgi birikimine (%47) ve bilimin araştırma doğasına (%25) vurgunun daha fazla olduğu fakat düşünmenin bir yolu olarak bilim (%11) ve fen-teknoloji-toplum etkileşimine (%15) vurgunun daha az olduğu tespit edilmiştir.

Biyoloji müfredatı incelendiğinde (Tablo 2); bilimin araştırma doğası (%40) ve bilim-teknoloji-toplum etkileşimi temasının (%28) daha fazla vurgulandığı, düşünmenin bir yolu olarak bilim temasını (%14) yansıtan ifadelerin yüzde oranının düşük olduğu görülmüştür.

Fizik, kimya ve biyoloji müfredatlarında bilimsel okuryazarlık temalarının yüzde oranlarını incelediğimizde (Tablo 2) kimya müfredatında bilgi birikimi olarak bilim temasının, fizik ve biyoloji müfredatında ise bilimin araştırma doğası temasının daha çok vurgulandığı, düşünmenin bir yolu olarak bilim temasının her üç müfredatta yeterince vurgulanmadığı görülmüştür.

Tablo 2. 9. Sınıf Fen Müfredatlarında Bilimsel Okuryazarlık Temalarının Yüzdesi

	Fizik (%)	Kimya (%)	Biyoloji (%)
Bilgi birikimi olarak bilim	15	47	18
Bilimin araştırma doğası	43	25	40
Düşünmenin bir yolu olarak bilim	17	11	14
Bilim, teknoloji ve toplum etkileşimi	25	15	28

Ayrıca bilimsel okuryazarı vatandaşlar hazırlamada etkin bir rol oynayan bilim-teknoloji-toplum etkileşimi teması, fizik ve biyoloji müfredatlarında yeterince vurgulanırken; kimya müfredatında yeterince vurgulanmadığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçları, 9. sınıf yeni fizik, kimya ve biyoloji müfredatlarının bilgi birikimi olarak bilim, bilimin araştırma doğası, bilim-teknoloji-toplum etkileşimi temalarını vurguladığı fakat düşünmenin bir yolu olarak bilim temasının ise yeterince vurgulanmadığını göstermiştir. Her üç müfredatta da çok az vurgulanan “bilimin doğası” temasına ait ifadelerin büyük bir kısmı sadece bilimin tarihi gelişimini anlatan ifadelerden oluşmaktadır. Oysaki McComas ve ark. (1998), sekiz tane uluslararası fen eğitimi standartları dokümanını inceleyerek, K-12 fen öğretiminde bilimin doğası ile ilgili 14 farklı amaç belirlediler. Bu amaçlar; bilimsel bilginin geçiciliği, deneyselliği, yaratıcılığı, teori yüklü olması ve sosyo-kültürel değerlerle içiçe olması gibi özellikleri içerir. Abd El Khalick ve ark (1998) ise bilimsel bilginin bu özelliklerine bilginin önemli bir yönü olan gözlem ve çıkarım arasındaki ayrımların ilave edilmesini önerdiler. Bu noktalar dikkate alındığında kimya, fizik ve biyoloji müfredatlarında bu amaçları gerçekleştirmeye dönük ifadelerin olmaması müfredatların bu açıdan çok yetersiz olduğunu göstermektedir. Eğer bilimsel okuryazarlığın temel bileşeni olan bilimin doğası teması müfredatlarda yeterince vurgulanırsa öğrencilerimizi gelecek yıllara hazırlamada bilimsel okuryazarlığın uygun bir düzeyini geliştirmek için bir fırsat sağlayabilir. Ayrıca bilimin doğasının öğretimi öğrencilerde bilimin kısıtlamalarını anlamaya yardım ederse bilime ve fen derslerine karşı gelişen düşmanlığı ve düş kırıklığını azaltabilir. Böylece öğrenciler kazandıkları bilgileri, zihinsel ve el becerilerini yeni durumlara aktarabilir. Ayrıca öğrenciler okul yaşamlarında bilimin önemini kavrarlarsa okul sonrası hayatlarında da bilimsel bilgiyi elde edebilirler ve hayatlarında verecekleri kararlarda bu bilgiyi kullanabilirler.

Bilimin Doğası

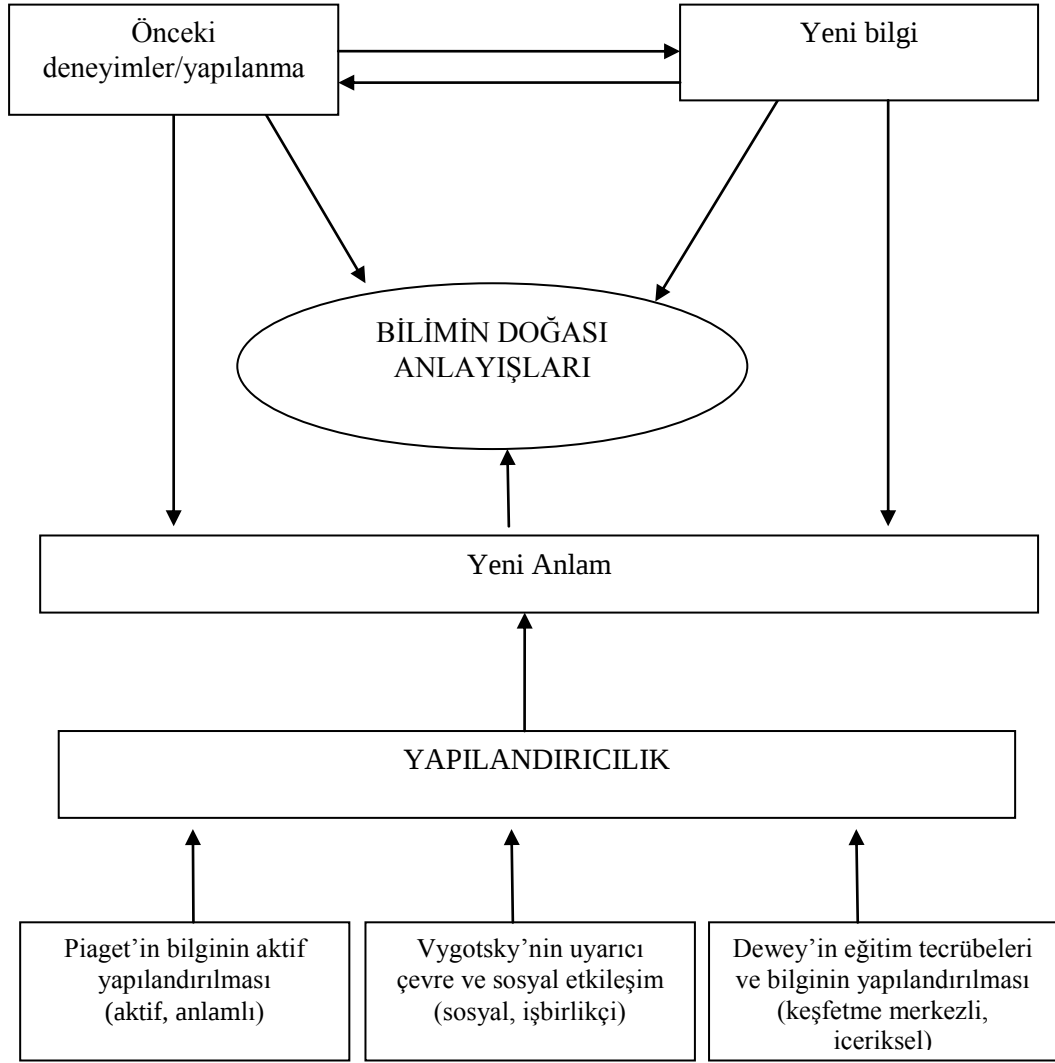
Bilimsel okuryazarlığın temel boyutlarından biri olan bilimin doğası; bilimsel bilginin doğasındaki inanışları ve değerleri içeren ve onların gelişmesinde insan çabalarını dikkate alan geniş bir alandır. Ayrıca “bilim nedir?”, “nasıl çalışır?”, “bilim adamları sosyal bir grup olarak nasıl çalışırlar?”, “toplum, bilimi nasıl yönlendirir ve bilimsel çalışmalara nasıl bir tepki verir?” gibi sorulara cevap bulmaya çalışır (McComas ve Olson, 2000). Bu sorulara “Bilim nedir?” sorusuna cevap vererek başlamak gerekir. Literatüre baktığımızda bilim: a) Bir bilgi bütünü, b) bir metot/sorgulayıcı-araştırma, c) bilmenin bir yolu olarak ifade edilmektedir. Bu cevaplar tipik olarak bizi, bilimsel bilginin nasıl ortaya çıktığına, bilimsel bilginin özelliklerine yönlendirir. Bilmenin bir yolu olarak bilim ya da bilimsel bilginin gelişiminin doğasındaki inanışlar ve değerler olarak tanımlanan (Abd-El-Khalick et al., 1998, p.418) bilimin doğası; bilimsel bilginin özelliklerini, bilimsel komitelerin görüşlerini, bilimdeki kavramsal icatları, değerleri ve varsayımları içerir (Ryan, Aikenhead, 1992). Bilimin doğası, gerçek bilimin nasıl yapıldığını ve bilim adamlarının yaptığı çalışmaların ne olduğu ve nasıl yaptıkları ile ilgilenir.

Bilimin Doğasının Dayandığı Kuramsal Temeller

Millar’a (1995) göre, bilimin hedefleri; bilimsel bilgi yapısı, bilginin üretim süreci ve bilginin sosyal olarak yapılandırılması hakkında bir şeyler öğrenmek olmalıdır. Bilgi ve bilimsel bilgi kuramının anlaşılması, fen eğitiminin temel koşuludur. Bu durumu ihmal eden yaklaşımlar eksik ve kuramsal olarak zayıftır. Bilim adamlarının bilgiyi nasıl elde ettiklerini öğretmede başarısız olan dersler, bilim adamlarının rasyonel olmadığına inanan öğrenci yetiştirme riski taşır (Duschl 1990). Modern gençliğin içinde bulunduğu anti bilimsel inanışlar ve tavırlar yukarıdaki görüşü destekler. Yapılandırıcılık burada ön plana çıkar ve çocuğa bilimsel düşündürme gücü kazandırır. Burada sunulan görüşün temel iddiası bilgi kuramının önemini vurgular. Çünkü nasıl biliyoruz sorusuna verdiğimiz cevap fen ve ontolojik yorumlarımız için sunduğumuz delillerin önemli bir özelliğidir. Bu soruyu dikkate almayan fen çocuğu anti bilimsel inanışlarla karşı karşıyadır.

Bilim adamlarının önerdiği modelleri kabul etmenin mantığı, Afrikalı köylülerin büyüklerinin önerdiği modelleri kabul etmelerinden farksızdır. İki durumda da öneri yapanlar geleneksel doğruyu söyleyenlerdir. Yani çocuk, bilim adamlarının söylediği her sözü kabul etmek zorunda değildir. Yaratıcılığını ön plana çıkarmalıdır. Bu perspektiften bakıldığında bilimin doğasının öğretimi çocuğa bunu sağlayabilir. Bu noktada Duschl (1990) ‘‘Bilimin tam bir resmini çizebilmek için fen müfredatı sadece bilimin neyi bildiğini değil aynı zamanda bilimin, bilgiyi nasıl elde ettiğini de içermelidir.’’ diyerek bilimsel okuryazarlığın temel bileşeni olan bilimin doğasının neden öğretilmesi gerektiğini ve niçin fen müfredatlarında olması gerektiğini açıklamıştır.

Yapılandırıcılık, bilginin doğasına ve gelişimine ait bir görüştür ve belirli bir epistemolojiye (yani bilgi teorisine) dayanır (Duit, 1996). Yapılandırıcı görüş, ‘‘öğrencilerin öğrenmesi’’ konusunda fen eğitimi literatürüne çeşitli şekillerle girmiştir. Bu görüş, ortak bir ‘‘yapılandırıcı özü’’ paylaşan, çok sayıda ve oldukça farklı felsefi perspektiflere dayanmaktadır. Matthews (1993) bu felsefi perspektifleri Piaget’nin genetik epistemolojisi, Kuhn, Feyerabend, Lakatos gibi isimlerle gösterilebilecek 60’lı ve 70’li yılların yeni bilim teorileri, yeni bilim sosyolojisi, bilim hakkındaki postmodernist görüşler, Kelly’nin (1955) kişisel yapılar hakkındaki teorisi ve toplumsal yapılandırmacılık, özellikle de Vygotsky’nin dilin kazanılması teorisi şeklinde ifade etmiştir. Öğrenme ve öğretme teorisi olan yapılandırıcı yaklaşım birçok fen öğretim programının temelini oluşturmaktadır. Bu yaklaşım, Şekil-3’te gösterildiği gibi Piaget’in bilişsel ve gelişimsel yaklaşımları, Vgotsky’nin etkileşimli kültürel vurguları ve Dewey’in eğitimsel psikolojisi temeline dayanır.



Şekil 3. Bilimin Doğası İle ilgili Yapılandırıcı Öğrenme Teorisinin Temelleri. Yeni anlamların nasıl oluşturulduğu ve bu anlamların bilimin doğası anlayışlarını nasıl şekillendirdiğine ilişkin yapılandırıcı fikirler (Driver, 1990; Gallimore & Tharp, 1990, Glassman, 2001).

Bilimin Doğası ve Eğilimleri

20. yy başlarında, dünya genelinde, bilimsel okuryazarlığın gelişiminin en önemli boyutu olan bilimin doğası anlayışlarının, bilinçli bir şekilde kavranması olarak görülmüştür. Bu dönemlerde açık bir şekilde “bilimin doğası” ifadesi kullanılmamasına rağmen bilimin bazı karakteristikleri bilim öğretiminde önemli kazanımlar olarak ifade edilmiştir. 1907’de Kanada’daki Fen ve Matematik Merkezi Birliği (The Central Association of Science and Mathematics) bilim öğretiminde bilimsel süreçleri

(Lederman, 1992), Dewey de (1916) bilimsel metotların anlaşılmasının bilimsel bilgi kazanımından daha önemli olduğunu vurgulamıştır. Saunders(1955), bilimin doğası ile ilgili öğretimi “muhtemelen fen öğretiminin en önemli amacı” şeklinde tanımlamıştır.

1960’larda bilimin doğası “dünya genelinde bilim eğitimi için gerekli kazanımlar” olarak ifade edilmiştir. (Kimball, 1968, p. 624). Bilim öğretiminin temel odağı olan “biz ne biliriz?” sorusundan “bilim adamları ne yapar” sorusuna doğru değişim çabaları gözlenmiştir. (McComas, Clough, & Almazroa, 1988). Hurd (1960), öğrencilerin bilimsel bilgiyi ve ilkeleri kazanmaları kadar bilginin nasıl öğrenildiğinin geliştirilmesi ve bunu nasıl kullanacaklarını bilmeleri gerektiği üzerinde durulması gerektiğini açıklamıştır. 60’lı yılların sonu ve 70’li yılların başında okul fen müfredatında bilimin doğasının kapsamı ile ilgili birçok kitap basılmıştır. Örneğin; Robinson (1968), Bilimin Doğası ve Bilim Öğretimi (Robinson,1968), Fen Eğitiminin Kavramları: Felsefi bir Analiz (Martin, 1972) gibi. 1970’lerde bilimin doğası dünya genelinde bilimsel okuryazarlık hareketinde büyük bir önem kazanmıştır. Bu yıllarda toplumda bilimsel okuryazarlık gelişimi fen eğitimcilerinin yüz yüze kaldığı başa çıkılması gereken en büyük sorunlardan biri olarak görülmüştür (Lederman & Zeidler, 1987). Fen eğitimcileri, sosyologlar, tarihçiler ve bilim felsefecileri bilimin doğası için farklı anlamlar yüklemişlerdir. Abd-El-Khalick & Lederman (2000), son yıllarda bilimin doğası tanımlamalarındaki değişimleri incelediler. İlk olarak 1900’lü yılların başında bilimin doğasının anlaşılması, bilimsel metodun anlaşılması ile eşdeğer olarak kabul ediliyordu. 1960’lı yıllarda fen müfredatları sorgulayıcı araştırmaya ve bilimsel süreç becerileri olan gözlem yapma, çıkarımlarda ve yorumda bulunma ve deney dizayn etmeye odaklandı. 1900’lü yıllarda bilimsel bilginin geçiciliği, olasılığı, değiştirilebilirliği (yinelenmesi), hümanistliği, tarihi, eşsizliği, sarmallığı ve deneyselliği düşünüldü. 1980’lerde bilimin doğasının sosyolojik ve psikolojik tanımlamalarını içeren faktörler olan gözlemlerin doğasının teorik yüklü olması ve bilimsel açıklamaların geliştirilmesinde insan hayal gücünün ve yaratıcılığının rolü gibi faktörler tanımlandı. Böylece bilimsel iddiaların geçerliğindeki sosyal tartışmaların rolü ve toplumların sosyal yapısı bilimin doğası tanımlamalarının içine alındı. Bu nedenle son yıllardaki fen eğitiminde bilimin doğası hakkındaki araştırmalara baktığımızda;

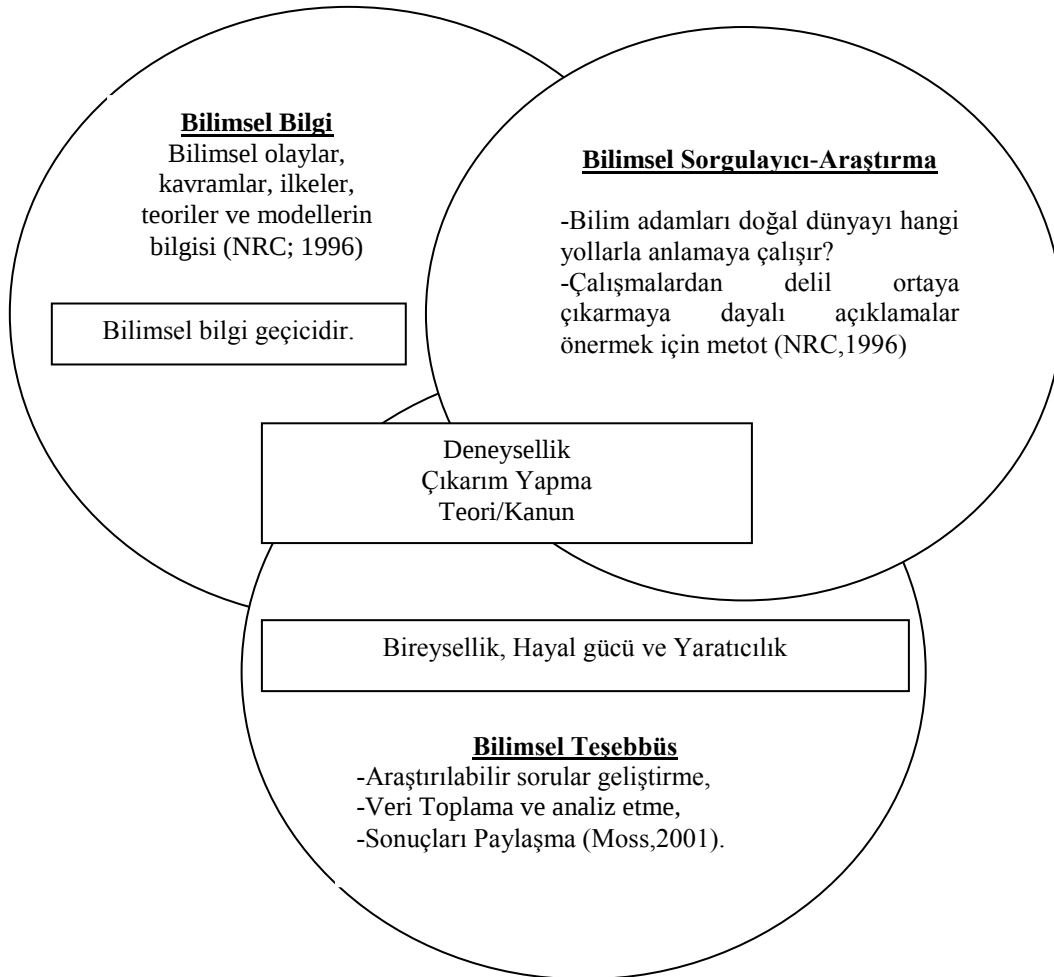
1. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki fikirlerini araştırma,
2. Müfredatları bilimsel okuryazarlık ve onun temel bileşeni olan bilimin doğası açısından inceleme,
3. Öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını araştırma,
4. Öğretmenlerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını geliştirmek için yapılan girişimleri araştırma,
5. Çeşitli öğretim uygulamalarının etkisini araştıran çalışmalar olduğu gözükmemektedir.

Bilimin doğası bilmenin bir yolu ve bilimsel bilginin gelişiminin özü yani bilimin epistemolojisi olarak düşünülmektedir (Lederman & Zeidler, 1987; Lederman, 1992). McComas (1998), bilimin doğasını bilimsel süreçlerin, sonuçların ve yorumların bir kombinasyonu olarak tanımlamaktadır. McComas bilimin doğasının bazı yönlerinin temel ve sabit olduğunu, bazı yönlerinin ise dinamik olduğunu, değişmeye devam ettiğini ve modern araçlardan etkilendiğini ifade etmektedir.

Bilimin doğası; hem bilimsel bilginin doğasını, bilimsel teşebbüsü ve bilim adamlarının çalışmalarını içeren bilimsel süreçleri hem de bilimin ürünlerini ifade eder (Meichtry, 1993). Diğer bir ifadeyle bilimin doğası bilimsel bilginin doğasını ve bu bilginin üretimine ilişkin bilimsel süreçlerin doğasını içerir. Bilimsel süreçler verilerin toplanması ve yorumlanması ile ilgili aktivitelerdir (AAAS, 1990, 1993; NRC, 1996; Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 1998). Bu farkı ortaya koyan Amerika'daki fen eğitimi reformları (AAAS, 1993), bilimin doğasının üç geniş alanını aşağıdaki gibi sınıflandırmışlardır:

1. Bilimsel dünya görüşü;
 - a. Dünya anlaşılabilir,
 - b. Bilimsel fikirler değişebilir,
 - c. Bilimsel fikirler dayanıklıdır,
 - d. Bilim bütün sorulara cevap vermez.
2. Sorgulayıcı-araştırmanın bilimsel metotları;
 - a. Bilim kanıtlara dayalıdır,
 - b. Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır,
 - c. Bilim açıklar ve tahmin yapar,

- d. Bilim adamları tarafsız (objektif) olarak açıklamalarını yapmaya çalışır;
 - e. Bilim otoriter değildir,
3. Bilimsel teşebbüslerin doğası
- a. Bilim kompleks bir sosyal aktivitedir,
 - b. Bilimin yürütülmesinde genel olarak kabul edilen etik prensipler vardır,
 - c. Bilim içerik disiplini ile organize edilir ve çeşitli kurumlarla yürütülür,
 - d. Bilim adamları hem bir uzman olarak hem de bir vatandaş olarak genel olaylar katılır.



Şekil 4: Bilimin Doğasının Kavramsal Bir Gösterimi (NRC 1996; Moss, 2001).

Bilimin doğası ve bilimsel bilginin doğası birbirinin yerine kullanılmasına rağmen bu iki kavram aynı değildir. Bilimsel bilgi; kavramlar, teoriler ve kanunlar gibi bilimin ürünlerini ifade eder. Sosyal yapılandırıcılık, bilginin doğasını şu şekilde tarif eder: 1) bilgi öğretmenden öğrenciye transfer edilebilen basit bir eşya değildir. 2) öğrenciler bilgiyi sünger gibi emerek öğrenemezler. 3) bilgi, bilmeden ayrı var olmaz. 4) öğrenme, öğrencinin çevresi yoluyla elde ettiği sosyal bir süreçtir. 5) yeni elde edilen bir bilginin anlamının yapılandırılmasında öğrencinin mevcut bilgileri ya da doğuştan gelen bilgileri önemlidir. Öğrenmenin tamamı sosyal bir kontekste yerini alır ve bu kültür yoluyla sağlanır. Bu sosyal kontekstin rolü, öğrencinin zihinsel yapılandırması için ve toplumdaki diğer bireylerle etkileşim içindeyken bilginin yapılandırılmasına yardımcı olacak ipuçlarını sağlar (Linn & Burbules, 1993).

Bilimin Doğası ve Karakteristikleri

Bilimin doğasına ilişkin farklı tanımlamalar olmasına rağmen bilimin doğasının karakteristikleri konusunda bilim felsefecileri ve fen eğitimcileri hemfikirdirler (Eflin, Glennan & Reisch, 1999). Bilimsel bilginin genel karakteristikleri aşağıda verilmiştir (Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 1998):

Bilimsel bilgi geçicidir. Bilimsel süreçler yoluyla elde ettiğimiz bilimsel iddialar dikkatli gözlemler yapmaya ve bu gözlemleri anlamlandırmak için teoriler icat etmeye dayalıdır. Yeni gözlemler geçerli teorilerle çelişiyorsa bilimsel bilgide bir değişim olacaktır. Bir teori gözlemi ne kadar iyi açıklarsa açıklasın ona uyan veya daha iyi açıklayan bir diğer teori olabilir. Teorileri test etmek, geliştirmek ve dışlamak; dünyayı ve dünyanın nasıl işlediğini anlamak için doğruluğu giderek artan yaklaşımlar oluşturmalarında bilim adamlarına yardım eder (AAAS, 1990). Fakat şu hiçbir zaman unutulmamalıdır ki; teoriyi reddetmek ve bilimsel bilgide bir değişim yapmak daima yavaştır. Bunun yerine bilim adamları teorileri yeniden düzenler. Bu nedenle açıklamada yetersiz olduğu düşünülen bilimsel bir bilgi tamamen silinmez. Özellikle de faydalı ise uzun süre kalmaya devam eder.

Bilim felsefecisi Popper (1960) ise bilimsel bilginin geçiciliğini test edilebilir ve yanlışlanabilir özelliğe sahip olmasıyla ifade etmektedir. Buna göre bilimdeki bir iddianın veri toplanması yoluyla yanlış olduğunun gösterilmesi gerekir. “Eğer tüm

kurbağalar yeşildir” iddiası ortaya atılıyorsa bu iddia test edilebilir ve kırmızı bir kurbağa keşfedilirse, bu iddianın yanlış olduğu bulunabilir. Bilimin bu yönü onun dinamik olmasını sağlar.

Bilimsel bilgi deneye dayalıdır. Bilimsel bilgi doğal dünya ile ilgili gözlemlerden kaynaklanır ve/veya ona dayanır. Bilim delil gerektirir, bu nedenle bilimsel bilginin doğruluğu, fenomene ilişkin gözlemlere göre kararlaştırılır (AAAS, 1990). Ancak bilim adamları doğal fenomenlere doğrudan erişime sahip değildirler. Doğal dünyaya ilişkin gözlemler her zaman bizim algısal araçlarımız (duyu organlarımız) ve/veya karmaşık cihazlarla filtrelenir, teorik çatılarla yorumlanır ve hemen hemen her zaman “bilimsel” araçların çalışma prensibini oluşturan kabuller tarafından ortaya atılır. (Abd-El-Khalick, Lederman, Bell & Schwartz, 2001).

Bilimsel bilgi teori temellidir. Bilimsel gözlemler teoriden bağımsız olmadığı için bilimsel bilgi subjektiftir. Bilim halen kabul gören bilimsel teori ve kanunlar tarafından yönlendirilir ve bu kanun ve teorilerden etkilenir. Bilimsel soruların gelişimi, araştırmalar ve verilerin yorumlanması, mevcut teorinin ışığında seçilir. Bilimin gelişimine ve tutarlı kalmasına izin veren bu subjektiflik kaçınılmazdır. (Brickhouse, 1990; Abd-El-Khalick, Lederman, Bell & Schwartz, 2001).

Bilimsel bilgi kısmen insanın hayal gücünün, yaratıcılığının ve çıkarımının bir ürünüdür. Bilim adamları hipotezleri ve teorileri bir araya getirirken hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanır. Bu hipotezlerin ve teorilerin geçerliliğini test etmek için çıkarım, gösterim ve yaygın kanaatten oluşan belli başlı kriterleri kullanırlar. Bilim adamlarının çalışmalarını ilerleten sadece iyi geliştirilmiş teoriler ve veriler değildir. Bilim adamları genellikle hayal güçlerini kullanırlar ve olabilmesi mümkün olan şeyler hakkındaki geçici hipotezler ortaya atarlar. Hangi verilere dikkat edileceği ve verilerin nasıl yorumlanacağı geçici hipotezlere bağlıdır. Dünyanın nasıl işlediğini hayal etmek için teoriler veya hipotezler ortaya koymak ve sonra bu teorilerin nasıl test edilebileceğini göstermek yaratıcılık gerektirir (AAAS, 1990).

Bilimsel bilgi sosyal ve kültürel bir bağlamda oluşur. Bilimsel bilgi bilimsel topluluğun amaçlarına hizmet etmek için bilginler topluluğu tarafından sosyal olarak yapılandırılır. Teoriler sosyal bir bağlamda oluşturulur ve genel olarak kabul edilen

kritere dayanarak değerlendirilir. Bu görüşe göre; bilim, doğal dünyayı anlamak için kullanılan çok güçlü araçlara sahip bir kültürdür (Brickhouse, 1990).

Bilimsel okuryazar vatandaşların gelişiminde önemli bir boyut olarak öğrencilerin bilimin doğasını kavramaları gösterilmektedir (DeBoer, 1991). Literatürü incelediğimizde, bilimin doğasının hem felsefi (Kuhn, 1970) hem de felsefi yolla olmayan yolla (NRC,1996) tanımlandığını görüyoruz (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Felsefeciler bilimin doğasının felsefi elemanlarına odaklanırlar. Örneğin; nesnel gerçeklik ve bilimsel kavramların varlık bilimi durumu gibi. Bununla birlikte, fen eğitimi reformları ve fen eğitimcileri, bilimin doğasının felsefi olmayan karakteristiklerine odaklanırlar. McComas ve ark. (1998), sekiz tane uluslararası fen eğitimi standartları dokümanından bilimin epistemolojisi için benimsenen ortak bir görüş birliği sundular ve K-12 fen öğretimi için 14 amaç önerdiler. Bu amaçlar genellikle geçicilik, deneyselcilik, yaratıcılık, teori yüklü ve sosyo-kültürel değerlerle içiçe olan bilimsel bilginin özelliklerini içerir. Abd El Khalick ve ark. (1998) ise bilimsel bilginin bu özelliklerine bilginin önemli bir yönü olan gözlem ve çıkarım arasındaki ayrımların ilave edilmesini önerdiler. Böylece yeni reform dokümanları; bilimin doğasını, bilimin içeriğini, sorgulama becerilerini, teknoloji ve bilimin değerini, fene karşı tutum ve karar verme gibi fen eğitiminin birçok amacını yansıtır. K-12 fen öğretimi ve genel bilimsel okuryazarlık ile ilgili görüşler (Ryder, Leach & Driver, 1999; Smith & Scharmann,1999), K-12 fen eğitimine uygun ve bu eğitimle alakalı bilimin doğasının 8 tane karakteristikliğini aşağıdaki gibi ortaya koymuştur:

- i. Bilimsel bilgi geçicidir. Bu bilimsel bilgi daha fazla elde edilen verilerle veya daha fazla yapılan araştırmalarla değişebilir.
- ii. Deneye dayalıdır.
- iii. Bilimde gözlem, çıkarım ve teorinin yeri
- iv. Bilimsel teoriler ve kanunlar
- v. Bilimsel bilginin doğası, imajı ve yaratıcılık
- vi. Bilimsel bilginin subjektifliği ve teori yüklü olması
- vii. Bilimsel bilginin sosyal ve kültürel bağlılığı
- viii. Bilimsel metodlar hakkındaki yanlış inanışlar

Martin, Kass ve Brouwer (1990)'in çalışmasında fen öğretmenleri, fen eğitimcileri ve müfredat yazarları tarafından bilimin düşünülmesi gereken on yönünü

sundular. Bunlar; bilimsel yöntemin doğruluğu, bilgi kuramının önemi, varsayım, değiştirme, haz alma, kişisel fen, bilim tarihi, toplumsal fen, teknolojik fen ve fenin hedefleridir (Chiappetta ve ark., 1993). Gerçek bilimin bu yönlerinin tartışılmasından, fen kitaplarının ve müfredatlarının bilimin doğası ve bilimsel okuryazarlık yönünden incelenmesinde aşağıdaki fikirlerin ortaya çıkmasını sağladılar:

- a. Tek bir bilimsel metot yoktur.
- b. Bilim hakkında beş yanlış inancın farkında olmak. Bunlar; naif (naive) gerçeklik (fiziksel nesneler algılanmasa da var olmaya devam eder), kesin deneycilik (her türlü bilginin esasının tecrübeye dayandığını ileri sürme), saf deneycilik (gözlem ve deneye dayalı olarak öğrenmenin bir metodu), çok fazla akılcılık, kör idealizm (bilgide düşüncüyü temel olarak alan ve varlığı insan düşüncesinin kurduğunu kabul eden öğreti).
- c. Bilim bir uzman ile yakın ilişki yoluyla öğrenilir.
- d. Bilimsel teoriyi dikkate alan gerçek yol oldukça özeldir.
- e. Bilim adamları birbiri ile uyuşmayan kanıtlar yüzünden teorilerine sık sık sarılırlar.
- f. Bilimin tarihi, bilimin gelişimine rehberlik eden temaların nasıl geçici olduğunu açığa çıkarır.
- g. Bilim çalışırken toplumun ideolojik değerlerini, dinini, ekonomi ve kültürünü düşünülmalıdır.
- h. Günümüzde bilimin amaçları insanlığa hizmet eden bir kapsamı merkeze almalıdır.

McComas (1998), K-12 müfredat gelişimi, uygulama ve öğretmen eğitimi için uygun olan bilimin doğasının temel fikirlerinin aşağıdaki gibi bir listesini vererek öğretimde nasıl bir sistemin olması gerektiğini ortaya koymaktadır:

- a. Bilim deneysel kanıtlara dayalıdır.
- b. Bilgi; metotlar, mantıksal düşünme, normlar, zihin alışkanlıkları ve birçok genel faktörlerin birleşimi sonucunda üretilir.
- c. Deneyler bilgi için tek rota değildir.
- d. Bilim hem tümevarımsal düşünmeyi hem de kuramsal-tümdengelim sınamayı kullanır.

- e. Bununla birlikte, bilimde adım adım kullanılan tek bir bilimsel metot yoktur.
- f. Bilim, Kuhn tarafından tanımlandığı gibi “devrim” ve “ olağan bilim” ile gelişir.
- g. Bilimsel bilgi kesin değildir, sürekli ve kendi kendini doğrular. Bilim herhangi bir şeyi kanıtlamaz. Çünkü bilimsel süreçte bu sürecin bir parçası olarak hatalar keşfedilir ve düzeltilir. Bu yüzden bilimsel sonuçlar değerlidir ve uzun sürelidir.
- h. Kanunlar ve teoriler, birbiri ile ilişkilidir fakat bilimsel bilginin farklı türleridir. Hipotezler özeldir fakat yaygındır.
- i. Bilim yaratıcı bir unsurdur.
- j. Bilim subjektiftir. Bilimdeki fikirler ve gözlemler, “teori yüklü”dür; bu eğilim bilimsel araştırmalarda hem pozitif hem de negatif bir rol oynar.
- k. Bilimin yönetiminde ve uygulamasında kültürel ve sosyal etkiler ile tarih vardır.
- l. Fen ve teknoloji birbirini etkiler, fakat aynı şeyler değildir.
- m. Bilim ve bilimsel metotlar bütün sorulara cevap vermez.

Öğrencilerin Bilimin Doğasına İlişkin Görüşleri

Araştırmalar, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili bilinçli görüşlere sahip olmadıklarını göstermiştir (Lederman & O'Malley, 1990; Mackay, 1971; Rubba, Horner & Smith, 1981). Öğrencilerin bilimsel bilgi hakkındaki düzeyleri bilim adamlarından farklıdır. Bilimde kullanılan kurallar ile öğrencilerin mevcut şemalarındaki zihin karışıklığı, öğrencilerin bilimsel bilginin nasıl oluştuğu, bilim adamları arasındaki ilişkinin nasıl olduğu ile ilgili konuların yanlış anlaşılmasına izin verir. Öğrenciler bilim adamlarının olgu ve sınıflandırma ile uğraştıklarını ve bu olgu ve sınıflandırma çalışmalarının bilim adamlarının ayrı ayrı mevcut kanun ve teorileri keşfetmelerine yardım ettiğine inanırlar (Lederman, 1992; Ryan & Aikenhead, 1992; Sandoval & Morrison, 2003; Zeidler ve ark., 2002).

Bilim adamlarının bilimsel bilgiyi ifade eden en genel ve en çok bilinen terimleri hipotez, teori ve kanundur. Hipotez, teyit edilmiş ya da bir gözlem için ortaya konan

geçici bir açıklama olarak tarif edilebilir. Teori, bilimsel bilginin bir türüdür. Hipotezlerin birikimi değildir fakat bazı olguların muhtemel en iyi açıklamaları olarak düşünülen ifadelerin tekrar tekrar test edilmesi sonucu ortaya çıkan sabit, birbiri ile uyumlu fikirlerdir. Teoriler bir olayın niçin olduğunu açıklarken bilimsel bilginin bir türü olan kanunlar, genellikle matematiksel denklemler ile ne olduğunu tanımlar. Bunların açıklayıcı güçleri tartışmasız birbirinden farklıdır. Hipotezlerin çok az açıklama ve tahmin gücü vardır. Teorilerin açıklayıcı gücü ise kanunlardan daha fazladır. Fakat kanunlar teorilerden daha fazla tahmin gücüne sahiptir (Driver ve ark., 1996; Duschl, 1990). Öğrenciler hipotezi tahmin yoluyla bir bilimsel bilgi oluşturma olarak tanımlarken, teorileri birçok kanıt toplandığında en sonunda kanunlara dönüşeceğini, kanunlarında bilimsel bilginin en kesini olduğunu düşünürler.

Amerika’da Lederman ve O’Malley (1990), K-12 öğrencilerinin bilimin geçiciliği konusundaki algılamalarını ve bu inanışların kaynağının neler olabileceğini incelediler. Örneklemi 69 tane 9-12. sınıf öğrencilerinden oluşmaktaydı. Veri toplamada hem kalitatif hem de kantitatif teknikler kullanıldı. Çalışma sonuçları incelendiğinde öğrencilerin bilimsel bilginin geçiciliği konusunda naif bir görüşe sahip olduklarını gösterdi.

Kanada’da Griffiths ve Barry (1993), 12. sınıf lise öğrencilerinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerini incelediler. Örneklem rastgele seçildi. Bu çalışmada bilimin doğasına ilişkin dört anlayışa odaklanıldı: bilim, bilimsel gerçekler, bilimsel teoriler ve bilimsel kanunlar. Çalışmanın sonuçları analiz edildiğinde öğrencilerin tamamının bilimin doğasına ilişkin bu anlayışlarda naif bir görüşe sahip olduklarını gösterdi. Bu çalışmada veri toplamada yalnızca mülakat yapılmıştır. Bu yüzden veri toplamada tek bir teknik kullanılması sonuçların güvenilirliği için yeterli olmayabilir.

Lübnan’da Abd-El-Khalick ve BouJaoude (2003), ortaokul öğrencilerinin, öğretmenlerinin ve yöneticilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını incelediler. Veriler anketler ve anketler sonunda yapılan mülakatlardan elde edildi. Çalışmanın sonuçlarına göre, katılımcıların büyük bir çoğunluğunda bilimin doğasına ilişkin sınırlı bir görüşe sahip oldukları görüldü.

Jelinek (1998), öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin algılamaları konusunda bir çalışma yaptı. 20 tane ortaokul öğrencisinin öğretim öncesi ve sonrası algılamalarını

analiz etti. Öğretim boyunca dört aktivite uygulandı: Deniz biyolojisi, tarım dersi, haliç saha gezisi ve fizik dersi. Öğrencilerin algılamaları naif, orta ve gelişmiş algılama olarak değerlendirildi. Öğretim öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında, naif görüşler 14'den 3'e; orta ifadeler 3'ten 14'e; gelişmiş ifadelerin ise 3'den 5'e yükseldiği görüldü.

Ülkemizde, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına ilişkin yapılan araştırmalarda da benzer bulguların elde edildiği görülmektedir. En çok ortaya çıkan bulgular ise, öğrencilerin bilim ve bilim adamı konusundaki anlayışlarının yeterli olmadığı görülmüştür (Macaroğlu ve ark., 1999). Başka bir çalışmada da, yüksek öğretim öğrencilerinin teori, kanun ve ispat konusunda hem bilgi eksikliği hem de yaygın kavram yanlışlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Gürses ve ark., 2005). Macaroğlu ve arkadaşlarına (1999) göre, öğretmenlerin; bilimin doğası, yani bilimsel bilginin nasıl üretildiği, hangi koşullarda nasıl geçerli olacağı gibi konulardaki bilgileri, öğrenci için, amaç belirlemekten, dersi işleyiş yolu ve değerlendirme metoduna kadar tüm sınıf etkinliklerinde etkilidir. Bu aynı zamanda öğrencilerin fen bilimlerine karşı ilgilerini de önemli ölçüde etkilemektedir (Gürses ve ark., 2005). Yine Türkiye'de ilköğretim ikinci kademe öğrencileri ile yapılan bir araştırmada, öğrencilerin bilimin doğası ve bilim insanlarının yaptıkları işleri çoğunlukla yanlış anladıkları ve karıştırdıkları gözlemlenmiştir. Öğrencilere; bilim, bilimin doğası, bilim insanlarının çalışma yöntemleri ve yaptıkları çalışmaların çok iyi bir şekilde tanıtılması gerektiği vurgulanmıştır (Balkı ve ark., 2003). Macaroğlu ve arkadaşlarının (1998) yaptıkları araştırmaya göre, öğrencilerin bilimsel bilginin kesinliği konusunda bilgilerini ve fen öğretiminde bilimin doğasıyla ilgili bilgi düzeylerini tespit etmek, onları bu konudaki çağdaş görüşlerle tanıştırmak ve bu çağdaş görüşleri öğretim faaliyetlerine aktarmalarına yardımcı olmak son derece önemlidir. Fakat ülkemizde bu kavramların neden yanlış algılandığına ve bu kavramların yanlış algılanmasının sonuçlarının neler olabileceğine ve bu kavramların nasıl öğretilabileceğine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bilimsel Sorgulayıcı-Araştırma

20. yüzyılın en ünlü eğitimcisi/felsefecisi John Dewey totaliter düşünce tarafından tehdit edilen dünyadaki değerleri korumanın bir yolu olan sorgulayıcı-

araştırmaya dayalı öğretimin önemini inandırıcı bir şekilde ortaya koymuştur. Dewey, bilimsel metodun, yaşadığımız dünyadaki günlük deneyimlerin önemini anlamamız için kullandığımız orjinal bir araç olduğunu söylemiştir. Dewey, bilimsel olarak mantık kurma yeteneğinin modern hayatın karmaşası ile baş etmek için temel bir beceri olduğuna inanmıştır ve bu tür becerileri geliştirmekte yetersiz kalmanın entelektüel ve ahlaksal otoriter düşünceye dönme riskini taşıdığı konusunda uyarmıştır. Bugün, bilgi çağında gerçeklerin aşırı derecede yüklenmesi sorunu ile baş edebilmek için bilimsel düşünme becerisine her zamandan fazla ihtiyaç duymaktayız. Dewey için sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim çocukların kendi deneyimleri sonucunda öğrenmelerini ve doğal meraklarını geliştirmelerini sağlar. Dewey, yaratıcı düşünmenin özünün bilim sürecin içinde olduğuna ve ister sınıfta ister laboratuvarında olsun zihinsel aktivitelerin aşağı yukarı aynı olduğuna inanmıştır. Öğrenmeyi bu şekilde düzenlemenin öğretmenlerin ve öğrencilerin zihnin disipline edilmiş alışkanlıklarını geliştirerek disiplinler arasında bilgileri birleştirmelerini sağlayacağına, çocuğun zihinsel gelişimine ve yaşına uygun meraklarına uyan bir öğrenmeye izin vereceğini vurgulamıştır (Dewey, 1938).

Jean Piaget ve Jerome Bruner gibi daha yakın zamanımızdaki kuramcılar Dewey'in felsefi önerilerine bilişsel araştırmaların ağırlığını eklemişlerdir. Bruner ve Keney'in Bilişsel Gelişime İlişkin Çalışmalar kitabında (1966), George Miller'e ait "Sihirli Sayı Yedi, Artı veya Eksi İki" isimli ünlü bir yazı vardır. Bu yazıda, Miller insan zihninin bir seferde sadece yedi tane farklı bilgi parçasını tutabildiğini söylemektedir. Bu bulguya dayanarak Bruner "Bu Yedi Hafıza Boşluğunu Altın ile Doldurmak" fikrini ortaya atmıştır. Bununla öğrencilerin birbirinden farklı bilgileri ezberlemek yerine disiplinlerin temelinde yatan derin kavramsal yapıyı anlamalarına yardım etmeyi kastetmiştir.

Sorgulayıcı-araştırma Novak'ın ileri sürdüğü gibi "insanların merak ettikleri olayları mantıklı bir şekilde açıklamak için sergiledikleri bir dizi davranıştır" (Haury, 1993). Son on yıldır fen eğitimindeki sorgulayıcı-araştırma; keşfedici öğrenmeye önem veren Tanner (1969), Driver ve ark. (1996) tarafından bilimsel metodu anlama ve bilimsel süreç becerileri olarak vurgulanmaktadır (Sandoval, 2004). Sınırlı vurgulanan sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin önemli noktaları Welch ve ark. (1981) tarafından ortaya konulmuştur. Burada araştırmacılar sorgulayıcı-araştırmanın önemi

hakkındaki inanışlar ile gerçek öğretim uygulamaları arasındaki boşluğu tanımladılar. Onlar, sorgulayıcı-araştırmayı, insanların bilgiyi ya da anlamayı araştırmak için genel bir yöntem olarak düşünmektedirler. Daha genel düşünülürse, sorgulayıcı-araştırma düşüncenin yoludur. Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, -genel sorgulayıcı-araştırmanın bir alt kümesi- doğal dünyayla ilgilidir ve kesin hükümler ve inanışlarla yönlendirilir.

Welch ve arkadaşları (1981), sorgulayıcı-araştırmanın üç geniş alanını aşağıdaki gibi tanımlamışlardır:

- a. Gözlemlene, bilgiyi yorumlama, teorik modelleri gözden geçirme, test etme ve yapılandırma gibi bilimsel süreç becerileri,
- b. Problem çözme, verilerin kullanımı, mantıksal düşünme gibi stratejileri içeren genel sorgulayıcı-araştırma yöntemleri,
- c. Epistemolojik açıdan sınıfladıkları bilimsel bilginin doğasını anlama.

Günümüzdeki fen eğitimi reformlarına göre; bilimsel sorgulayıcı-araştırma “gözlem yapma, planlama ve araştırmaları yürütme, bilgi toplama, bilgiyi analiz etme, bilgiyi yorumlama, sorular ortaya koyma, daha önce ne bildiğini gözden geçirme, açıklama ve tahmin etme ve bulgularını diğerleri ile paylaşma” (NRC; 1996) şeklinde tanımlanmıştır. Schwartz ve ark. (2004) ise bilimsel sorgulayıcı-araştırmayı, bilimsel bilginin kabul edilmesi, gelişmesi ve faydalı olması için gerekli olan etik ve icatları kapsayan, bilimsel bilginin kazanılması sırasındaki süreçler ve bilimsel teşebbüslerin karakteristikleri olarak ifade edilmiştir. Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, bilimsel okuryazarlığın gelişimi ve bilginin yapılandırılmasını sağlamada bilim eğitimi sınıflarındaki en önemli faktördür. Diğer taraftan bilim adamları bilimsel sorgulayıcı araştırmayı bilimsel bilginin kazanılmasında ve gelişiminde kullanır. Bu bilgi açıklanır, tartışılır, kabul veya reddedilir ve eğer halk ve bilimsel komiteler tarafından faydalı ise kabul edilir.

Bilimin Doğası ve Bilimsel Sorgulayıcı- Araştırma İlişkisi

Birçok fen eğitimcisi ve kitap yazarları, bilimin doğası ve bilimsel sorgulayıcı-araştırma terimlerini birbirinin yerine kullanırlar. Bilimin doğası bilimin epistemolojisi ve bilimsel bilginin gelişiminde var olan insani değerler ve

inanışlardır. Genel olarak bilimin doğası bilimsel sorgulayıcı-araştırmanın altında yatan epistemolojik öğelerdir. Örneğin; bizim yeni bir bilimsel bilgiyi yorumlamamız, bilimin doğasının bir yönü olan öznelliktir. Diğer taraftan bilimsel sorgulayıcı-araştırma bilimsel bilginin elde edilmesine ve gelişime izin veren bir süreçtir ve bilim adamlarının yaptıkları uygulamalardır. Örneğin; araştırmaları planlama, gözlem yapma, çıkarımda bulunma deneysel verilerin ışığında önceki bildiklerini gözden geçirme bilimsel sorgulayıcı-araştırma sürecinin bölümleridir (Mumba, 2005).

Bilimin doğası ve bilimsel sorgulayıcı-araştırma birbiri ile ilişkili olmalarına rağmen aynı şey değildir. Bilim adamları bilimsel bilginin gelişimi için sorgulayıcı-araştırmayı kullanır. Bulguların yorumlanması ve bilimsel araştırmalar rehberlik eden epistemoloji ise bilimin doğasıdır.

Carey ve Smith (1993) K-12 fen eğitiminde bilimsel sorgulayıcı-araştırmanın öğretmen ve öğrencilerde bilimin doğası kavramlarının bilinçli bir şekilde anlaşılması için yapılacak olan tartışmalar ve açık-düşündürücü uygulamaları için bir kontekst sağlar. Tabi bununla birlikte, bilimin doğasının karakteristiklerini merkeze alan aktiviteler ve bu aktivitelerin derslerde uygulanması ve hedeflenen amaçlara bağlı olmalıdır.

Lederman (1992), bilimin doğası ve sorgulayıcı-araştırma üzerine yapılan araştırmaları dört alanda tanımlamıştır: 1) hem bilim adamlarının hem de öğrenci ve öğretmenlerin fenomenler ile ilgili sahip olduğu kavramlar, 2) öğrencilerin ve öğretmenlerin fenomenleri anlamalarını etkileyen faktörler 3) bilimin doğası ve sorgulayıcı-araştırma hakkında öğretmen ve öğrencilerin anlayışlarını geliştiren yollar, 4) öğrencilerin ve öğretmenlerin kavramları ve öğretim uygulamaları arasındaki (eğer varsa) ilişkiler. Bu tez çalışmasının literatür taramasında bütün bu alanlara odaklanılmıştır. Çünkü bu çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ve gelişimini sağlayan öğretimi içerik konusu ile birlikte değerlendirmektir. Bu çalışmada öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki kavramları, içerik kazanımları ile öğretim uygulamaları ve öğrencilerin kavramları arasındaki ilişkiye değinilmiştir.

Öğrencilerin Epistemolojik İnanışları Niçin Önemlidir?

Epistemoloji, “biz ne bildiğimizi nasıl biliriz? Biz niçin kesin bir fikri diğer fikirleri kullanarak geliştiririz?” gibi felsefi konuları temel alan bir düşünce sistemidir. Biz, bunu bilginin doğası olarak ifade ederiz. Bireylerin bilginin ve bilmenin doğası hakkındaki inanışları epistemolojik inanışlar olarak tanımlanır.(Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison, 2004; 2002; Hofer & Pintrich, 1997; 2002; Schraw & Sinatra, 2004; Schommer, 1990).

Schommer (1990), bireysel epistemolojinin bir inanış sistemi olarak en iyi şekilde anlaşıldığını ileri sürer. Bu sistem, bilgi hakkındaki inanışlar (bilgi ve bilginin değişmez yapısı) ve öğrenme hakkındaki inanışlar (öğrenmenin hızı ve öğrenmenin biçimlendirilmesi) olarak tanımlanan bir dizi bağımsız boyuttan oluşur. Epistemolojik inanışların temel iki boyutu vardır: bilginin ve bilmenin doğası (Hofer & Pintrich, 1997). Bilginin doğası; bilginin yapısı ve bilginin kesinliğini içerir. Bilmenin doğası; bilginin kaynağını ve bilginin gerekçelerini içerir. Bunun için 1950’lerden itibaren psikologlar ve eğitimciler, bilmek ve bilgi hakkında insanların anlayışlarının ne olduğunu araştırmaya başladılar. Epistemolojik inanışlar konusunda yapılan ilk çalışmalardan biri olan Perry Model, daha sonra yayınlanan çalışmalarda da kullanıldığından bir standart (benchmark) olarak kabul edilmektedir (Perry, 1998). Perry modele göre epistemolojik gelişim dokuz düzeyden oluşur ve bunu dört ana kategoriye ayırır. Bunlar:

- 1) İkilik (Dualism) -Düzy 1-2
- 2) Çeşitlilik (Multiplicity) -Düzy 3-4
- 3) Bağlamsal bağintıcılık (Contextual Relativism) -Düzy 5
- 4) Bağintıcılığın içindeki yükümlölük (Commitment within Relativism -
Düzy 6-9

1) Perry model dualistik aşama ile başlar. Bu düzeyde öğrenci bir sorunun yalnızca bir cevabının olduğunu kavrar. Öğrenciler bu yaklaşımda “kabul edilmiş bilgi”ye güvenirler (Belenky, Clinchy, Goldberger & Tanule, 1986/1997).

2) Perry modelinin bu basamağı bilginin geçici olduğunu tanımlamak için kullanılır. Öğrenciler bu basamakta kabul edilmiş bilgilerden öte bilginin kişisel olarak

yapılandırıldığına dair daha sofistike inanışları olur. Bu basamakta öğrencinin bilgi hakkında üç seçeneği vardır: Doğru, yanlış ve henüz bilinmiyor (Moore, 2002).

3) Düzey 5’de, öğrencinin düşünmesi, yazması, konuşması ve görüşüne dayalı yargı yapması gerektiği gibi bir eylem gerçekleştirmesine izin verir (Johnson, 1981; Moore, 2002). Bu basamak öğrencilerin öğrenmedeki algılamalarında kalitatif değişimleri yapmaya başladığı aşamadır.

4) 6-9 düzeyi, bağıntıcılığın içinde bir yükümlülük olarak düşünülür. Öğrenciler tüm bilgilerin eşit geçerlikte olduğunu anlamaya başlarlar ve bilginin geçerliğini ispatlamak için kriterler kullanmanın uygun olacağını ve farklı kontekslerin farklı kriterler gerektirdiğinin farkına varırlar. Bu düzeyde öğrenciler, kendi değerlerine bağlı olarak görüş ortaya koyarlar ya da seçeneklerin bir sonucu olarak bir tanımlama geliştirirler (Moore, 2002).

Epistemoloji “biz ne bildiğimizi nasıl biliriz” sorusu kadar bilginin doğası hakkındaki inanışlar ile ilgili sorularla da ilgilenir (Hofer, 2002). Bilimin doğası ise öğrencilerin epistemolojik değerleri ve bilimsel bilginin gelişimi ve bunlarla uyumlu inanışlar ile ilgilenir (Abd-El-Khalick, Ledermen, Bell & Schwartz, 2002). Bilimin doğası hakkındaki görüşlerini inceleyen araştırma bulguları, öğrencinin epistemolojik görüşlerinin bilimsel bilgi edinimine rehberlik edebildiğini (Songer & Linn, 1991) ve bilim öğrenme yönelimlerini biçimlendirdiğini önerirler (Lederman 1992; Tsai 2005). Bireylerin bilgi ve bilmenin doğası hakkındaki fikirlerini tanımlamak için sahip olduğu epistemolojik inanışların yapısı önemlidir (e.g., Conley, Pintrich, Vekiri, & Harrison, 2004; Hofer & Pintrich, 1997; 2002; Schraw & Sinatra, 2004; Schommer, 1990). Epistemolojik inanışlar, bilginin boyutlarını ve tanımlamalar yoluyla bu boyutların nasıl etkilendiğini göstermenin yanında, bilimsel bilginin anlaşılması için öğrenci fikirlerinin ne olduğunu içerir. Öğrencilerde epistemolojik inanışların nasıl geliştiğini anlamak için onların fen aktivitelerine katılmaları yoluyla yapılandırdıkları ve bilgi yapılanması hakkındaki fikirlerinin ne olduğunun ortaya çıkarılması gerekir. Çünkü epistemolojik inanışlar, bireylerin kavramsal anlama ve problem çözebilmeye olan etkilerin ne olduğunu ve nasıl etkili olduğunu tespit etmede önemli bir göstergedir (King & Kitchener, 1994; 2002). Bu yüzden artık günümüzde epistemolojik inanışların, kritik düşünebilmek (King & Kitchener, 1994), yapılandırılmamış bir problemi çözmek (King

& Kitchener, 2002), ve iddia edilen bir bilgi hakkında yargıya varmak (Kuhn & Weinstock, 2002) için önemli olduğu tartışılmaktadır (Smith, 2007).

Bilimin Doğası Anlayışları ve Kavramsal Değişim

Lise öğrencilerinde bilimin doğası anlayışlarını bilinçli bir şekilde geliştirmek fen eğitimi reform çabalarının temel bir amacı olarak görünmektedir (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1990; Millar & Osborne, 1998; National Research Council [NRC], 1996). Ancak araştırmalar, öğrencilerin ve fen öğretmenlerinin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinin bilimin doğasının çağdaş anlayışları ile tutarlı olmadığını göstermektedir (Abd-El-Khalick, Bell, & Lederman, 1998; Gallagher, 1991; Lederman, 1992).

Akerson, Abd-El-Khalick ve Lederman (2000), açık-düşündürücü yaklaşım yoluyla bilimin doğasının öğretiminin bilimin doğası anlayışlarında önemli değişikliklere yol açtığını belirtmiştir. Schwartz (2007), bu yaklaşımın kavramsal değişim çerçevesi içinde uygulanırsa daha etkili olabileceğini öne sürmüştür. Posner ve arkadaşları (1982), kavramsal değişimin gerçekleşmesi için aşağıda verilen dört koşulun gerçekleşmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir:

- i. Öğrenci yeni öğrendiği kavramdan hoşnutsuz olmalı, bütün durumlarda kendinde var olan kavramın çalışmadığının farkına varmalı.
- ii. Yeni kavram anlaşılabilir, açık olmalı, öğrenci yeni kavramı anlayabilecek durumda olmalı.
- iii. Yeni kavram akla yatkın, makul olmalı, öğrenci yeni kavramın akla uygun olduğu sonucuna varmalı.
- iv. Yeni kavram sonuç vermeli, öğrenci yeni kavramın yararlı olduğunun farkına varmalı.

Piquette (2001) tarafından yapılan bir yorumda ise başarılı bir kavramsal değişim için dört tane öğretim yöntemi tanımlanmıştır. Literatüre dayalı sınıfta kullanılan bu stratejiler aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

- a) İşbirlikçi gruplar
- b) Çürütme metinleri

- c) Analogiler
- d) Aşamalı modeller (Öğrenme döngüsü)

Bu tez çalışmasında bilimin doğası öğretiminin içerik konusu olan kimyasal denge konusu ile birlikte açık-düşündürücü yaklaşımla öğretimi sırasında analogiler, kavram haritaları, yarışan teoriler, bilim tarihinden çeşitli olayların tartışılması, kavram haritaları ve yazma çerçeveleri gibi çeşitli kavramsal değişim stratejileri kullanılmıştır. Öğretim etkinlikleri; bilimin doğasının dört büyük temasına (bilimsel dünya görüşü, sorgulayıcı araştırmanın bilimsel metotları, bilimsel teşebbüslerin doğası, bilimin doğasına ilişkin bazı anlayışların birbiri ile ilişkisi) ait bilimin doğası anlayışları konusunda öğrencilerin ön kavramlarını açığa çıkartmak ve bilimin doğasına ilişkin anlayışları geliştirmeye dönük etkinliklerdi. Örneğin; etkinliklerden biri “bilimsel teori ve kanunlar arasındaki fark nedir” sorusuna cevap bulmak içindi. Öğrencilerin bu anlayış hakkındaki kavramlarını öğrenmek için anketler, sınıf tartışmaları ve görüşmeler, yazılı geri dönütler ve kavram haritaları kullanıldı. Bu çalışmada öğrenciler her aktivite öncesi ve sonrası grup ve sınıf tartışmalarına yönlendirildi. Bu tartışmaların amacı öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki ilk fikirlerini ortaya çıkarmak ve bunları arkadaşları ile paylaşımlarını sağlamak ve bu kavramları kendi akranlarının bilimin doğası anlayışları ışığında değerlendirmekti. Bu tartışmalar, birinin diğerinden öğrenmesi için öğrenciler arasındaki etkileşimi daha fazla arttırarak bilimin doğası hakkındaki yanlış kavramların farkına varmalarını ve bilimin doğası anlayışlarında gelişimi sağlamaya dönüktü.

Bilimin Doğasını Niçin Öğrenmeliyiz?

Fen öğretimi ve öğreniminde bilimin doğasına ilişkin yeterli bir anlayış oluşturmaın öğrenciler ve öğretmenler açısından neden son derece önemli olduğu çağdaş fen müfredatlarında ve çeşitli çalışmalarda ortaya konulmaktadır. Driver, Leach, Miller ve Scott (1996), Genç İnsanların Bilim İmajı isimli kitabında fen eğitimi için esas amaçlardan biri olarak görülen bilimin doğası anlayışlarının neden gerekli olduğunu aşağıda verilen beş argümanla açıklamaktadır:

- Faydalılık Argümanı: İnsanların günlük yaşamlarında karşılaştıkları teknolojik nesne ve süreçlerin üstesinden gelmesi ve bilimi anlamlandırması,
- Demokratik Argüman: İnsanların sosyobilimsel meselelere anlam vermesi ve karar verme sürecine katılması,
- Kültürel Argüman: Çağdaş kültürün ana bir bileşeni olarak bilimin değerini bilmek,
- Etik ve Ahlaki Argüman: Bilimin doğası hakkında farkındalık (bilim topluluğunun özellikle ahlaki sorumlulukları içeren normlarını) geliştirmeye yardım etmek,
- Fen Öğrenimi Argümanı (Öğrenme İmajı): Bilimin içeriğinin başarılı bir şekilde öğrenilmesini desteklemek.

Fen eğitiminin ana çıktısı olarak bilimin doğasını anlamamanın önemi McComas (1998) tarafından da araştırılmıştır. McComas (1998) ve arkadaşları bilimin doğasını anlamamanın neden önemli olduğu hakkında şu iddiaları ortaya atmışlardır:

a) Bilimin doğasını anlamak bilim içeriğinin öğrenilmesini geliştirir.

Bilimin doğasına ilişkin anlayışların fen içeriğini öğrenmede öğrencilere yardım ettiğine dair deliller vardır. Songer & Linn (1991) öğrencilerin bilimin statik görüşünden (bilimin gerçekler topluluğu olduğu) çok dinamik görüşe (bilimsel bilginin geçici olduğu ve bu bilgiyi anlamamanın en iyi yolunun bilimsel fikirlerin ne anlama geldiğini ve birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu anlamak olduğu) sahip olmalarının termodinamik, gibi konulara ilişkin kavramsal bir anlayış geliştirmelerindeki önemini ortaya koymuştur. Deliller, dinamik bilim görüşüne sahip öğrencilerin termodinamik konusunda statik görüşe sahip olanlara göre daha bütün bir anlayış geliştirdiklerini göstermiştir (McComas, Clough & Almazroa, 1998). Böylece öğrencinin kavramsal anlamasını sağlama aracı olarak fenin tarihi ve felsefesine artan ilgi, fen müfredatlarına ana bir bileşen olarak “bilimin doğası”nın yerleşmesini sağlamıştır (Hodson 1988, Lederman 1992, Jenkins 1996, Soloman et al. 1996 , Matthews 1998).

b) Bilimin doğasını anlamak bilimi anlamayı geliştirir.

Bilimin nasıl işlediğini anlamak bireylere bilimsel bilginin farklı tiplerine değer biçme yanında bilimin güçlü yanlarını ve sınırlılıklarını değerlendirmelerine yardım

eder. Örneğin; öğretmenler teorinin, kanunun ve modelin ne olduğunu anlayabilirler fakat bilim disiplindeki teorileri bireysel olarak anlamayabilirler. Ayrıca, bilimsel bilginin düzenlemeye yönelik doğasını anlayan kişiler fen kavramlarındaki değişimleri veya önceden öğrenilen birtakım bilimsel fikirlerin ortadan kaybolmasını da anlayabilecektir. Bilimin nasıl işlediğini anlayan bireyler bilimi doğal dünya anlayışı geliştirmenin bir süreci olarak algılamaya başlayacaktır. Geçicilik nosyonu da zayıflıktan çok güçlü bir yan olarak algılanacaktır (McComas, 1998).

c) Bilimin doğasını anlamak bilime olan ilgiyi artırır.

Fen öğretirken bilimin doğasını dahil etmek, bilimin insan ile ne kadar iç içe olduğunu ortaya koymak, bireyleri sürecin önemsiz sonuçlarını hatırlamaktan çıkarıp büyük bir maceraya doğru sürükler (McComas, Clough & Almazroa, 1998). Bu da bilimi ve fen eğitimini daha ilginç hale getirir. Bu nedenle bireylerin bilime olan ilgilerini artırır.

d) Bilimin doğasını anlamak öğretimsel teknikleri geliştirir.

Fen öğretmeni eğitim programlarına bilimin doğası derslerini dahil etmek öğretmenlerin kavramsal değişim modellerini öğretimde uygulama yeteneklerini geliştirmek için gereklidir. Öğretmenlerin bilimin doğasına olan ilgileri öğrencilerin nasıl öğrendiğini anlamlarına da yardım edebilir. Örneğin; öğrenciler bilime ilişkin yanlış fikirlerini değiştirmeye direndiklerinde öğretmenler öğrencilerin yanlış fikirlerden hareket ederek çıktıkları, kavramsal yolculuklarına yardım etmek için bilimsel kavramların tarihsel gelişimini kullanabilirler.

Amerika'daki Fen Eğitimi Standartları (AAAS, 1993), bilimsel okuryazarlık olan bir müfredatta neden bilimin doğası anlayışını geliştirmeye yer verilmesi gerektiğini şöyle ortaya koymaktadır:

...Bireyler bilim adamlarının çalışmalarını nasıl yaptıklarını, sonuçlara nasıl ulaştıklarını ve bu sonuçların sınırlılıklarının neler olduğunu bilirlerse, bilimsel iddialara muhtemelen daha düşünceli tepkiler verirler. Bu nedenle bu iddiaları eleştirmeksizin hemen reddetmezler veya eleştirmeksizin kabul etme ihtimalleri daha azalır.

Bireyler anahtar fen kavramlarını öğrenirken bilimin nasıl işlediğine ilişkin iyi bir anlayış kazanırlarsa yaşamları süresince karşılaştıkları bilimsel olayları takip edebilirler. Bilimin doğası aynı zamanda öğretmenlerin öğrenme ve öğretme hakkındaki görüşlerini değiştirmek için faydalı bir araç olduğunu McComas (1998) şöyle anlatmaktadır:

...Örneğin, öğretmenler arasında kavramsal değişim teorisine karşı bazı dirençler, doğal dünyaya ilişkin bilginin onu araştıran bireyden tamamen bağımsız ve nesnel olarak var olduğuna dair yanlış bir fikirden ortaya çıkmaktadır. Bu bilim görüşü, öğrenmenin bilimsel topluluk tarafından keşfedilen şeylerle bilinen şeylerin yer değiştirmesi gibi oldukça düz bir süreç olduğu izlenimini verir. Ancak bilim tarihi doğal dünyayla ilgili anlamı yapılandırmak için çok büyük bir mücadeleyi de ortaya çıkarabilmektedir. Bazen çok fazla çaba ve zaman gerektiren bu oluşum dümdüz bir süreç değildir. Bilime bu açıdan bakıldığında çocukların çağdaş bilim düşüncelerini öğrenmedeki zorlukları ve yanlış kavramaları anlaşılmaktadır.

Matthews (1994) bilimin doğasına ilişkin anlayış geliştirmenin, bilimsel epistemolojik fikirlere paralel olan yapılandırıcılığın özünde barındıran kavramsal değişim modellerini öğretmenlerin öğretimlerinde uygulayabilme yeteneklerini geliştireceğini ortaya koymaktadır. Bu fikir Scott, Asoko, Driver ve Emberton (1994) tarafından da desteklenmektedir.

Ayrıca Brickhouse (1989), yaptığı çalışmada öğretmenlerin öğretim ve öğrenmeye ilişkin algılarını ve bilimin doğasıyla ilgili anlayışlarının öğretimlerini nasıl etkilediğini ortaya koymaktadır. Ona göre bir ders bağlamında uygulanan kararlar, spesifik öğretim davranışları ve aktiviteler, öğrencilerin bilimin doğası ile ilgili anlayışlarını etkileyen en önemli değişkenlerdir. Dolayısıyla öğretmenlerin kendilerinin de bilimin doğasına ilişkin yeterince anlayış geliştirmeleri gerekir.

Bilimin Doğasını Nasıl Öğretmeliyiz?

Bilimin doğasının bilim öğretiminde ve öğreniminde büyük bir önem arz etmesine rağmen araştırmalar bir çok lise öğrencisinin ve onların öğretmenlerinin bilimin doğası hakkında bilinçli bir görüşe sahip olmadığını net bir şekilde

göstermektedir (Abd-El-Khalick ve diğ., 1998; Billeh & Hasan, 1975; King, 1991; Bell ve diğ., 2000; Lederman, 1992; Pomeroy, 1993; Ryan & Aikenhead, 1992).

Birçok öğretmen ve okul fen müfredatı 1960 ve 1970’li yıllara uygun felsefi bilimsel uygulama görüşünü devam ettirmektedirler. Sonuç olarak birçok öğrenci bilimsel sorgulayıcı araştırma hakkındaki görüşleri, çarpık ya da eksik bir şekilde okullarından mezun olmuşlardır (Benzce & Hodson, 1999). Hatta öğrenciler bilimin doğası ile ilgili önemli kavramların anlaşılmasının bilim yapmak için çok gerekli olmadığını vurgulamıştır (Cobern, Gibson & Underwood, 1999). Örneğin birçok öğrenci ve öğretmen, bütün bilimsel araştırmaların benzer prosedürler ve bilimsel metot olarak bilinen basamakların sırasıyla gerçekleşmesi şeklinde yapıldığına inanmaktadır (McComas, 1996) ve onlara göre teoriler basit olgunlaşmamış kanunlardır (Horner & Rubba, 1979). Yaratıcılık ve hayal gücü bilimsel bilginin oluşmasının dışında bırakılmıştır (Meichtry, 1992). Bu nedenle birçok öğrenci ve fen öğretmeni;

- Bilim bilgisinin kesin olduğu,
- Bilimin doğru cevapları sağladığı,
- Bilimdeki doğruların gözlemlenerek ve denenerek keşfedildiği,
- dünya ile ilgili doğru ve yanlış yorumlar arasındaki seçenekler objektif verilerin sağduyulu yanıtlarına dayandığı,

şeklinde görüşlere sahiptir. Bu nedenle bilimin geleneksel görüşü ve sonuç olarak dili; bilimin felsefesi ve tarihi ile öğrenme psikolojisi çerçevesinde yeniden gözden geçirilmiştir. Bu araştırmalar bilimin doğasının ve bilimde öğrenmenin farklı görüldüğü yeni bir paradigmada bilimin konuşlandırılması gerektiğini ortaya koymuştur (Kuhn, 1970). Yeni paradigma bilimi insani ve sosyal bir yapı olarak ve öğrenmeyi de yeni bilgilerin kişisel yapılandırılması olarak görmektedir.

Bilimsel çalışmalarda bilimin doğasını savunanlar, fen öğretmenlerinin laboratuvarlarda ya da öğretim alanlarında gerçek bilimin ve bilimin nasıl kullanıldığını doğru bir şekilde tasvir etmediğini göstermektedir. Bunun nedeni birçok öğretmenin bilimin doğasını açık bir şekilde anlamadan ziyade dolaylı bir şekilde anladığını ileri sürmektedir (Hipkins et al., 2003). Çünkü birçok fen öğretmeninde hala pozitivist

görüşün (geleneksel anlayış) geçerliliğini koruduğu gözlenmektedir. Bu görüşe göre, bilim adamı tek başına laboratuarda çalışır ve dünya hakkındaki gerçekleri keşfeder. Eğer bilim adamları yarışan teori geliştirirlerse ortaya çıkan anlaşmazlıklar sadece toplanan deneysel verilerle yani doğanın kitabının daha yakın okunması yoluyla çözülür ve karara varılır (Driver et al., 2000, p.4).

Lederman (1992), yaptığı çalışmada öğrencilerin bilimin başlıca amacının doğaya ilişkin kanun ve gerçekleri ortaya çıkarmak olduğuna ve bilimsel bilginin, hipotezlerin ve teorilerin kesin olduğuna inandıklarını ortaya koymuştur. Öğrenciler bilim adamlarının olaylarla ve sınıflandırma ile uğraştıklarını ve bunların sonucunda bilim adamlarının ayrı ayrı mevcut kanun ve teorileri keşfetmelerine yardım ettiğine inanırlar (Carey & Smith, 1995; Meyling, 1997; Ryan & Aikenhead, 1992; Sandoval Morrison, 2003; Zeidler et al., 2002). Öğrenciler iddiaların farklı şekillerde olduğunu düşünmezler. Çünkü onlara göre birbirini destekleyen birçok olaya dayalı hipotez, teori ve kanun arasında hiyerarşik bir ilişki vardır. Öğrenciler hipotezi tahmin yoluyla bir iddia oluşturma olarak tanımlarlar. Teorileri birçok kanıt toplandığında en sonunda kanunlara dönüşeceğini, kanunlarında iddiaların en kesin olanı olarak düşünürler. Böylece hipotezi bir tahmin, teoriyi bir olay, kanunu ise birçok olayın birleşimi olarak görürler. Meichtry (1993) ise öğrencilerin bilimsel bilginin kısmen insanın yaratıcılığını bir ürünü olduğuna, geçiciliğine ve deneysel delillere dayandığına inanmadıklarını tespit etmiştir. Brickhouse, Dagher, Letts & Shipman (1998) yaptıkları çalışmanın bulgularında, öğrencilerin bilimin doğasının bileşenlerine ilişkin özellikle de teori, delil ve teknoloji arasındaki ilişkiler hakkındaki anlayışlarının sınırlı olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmalar fen öğretmenlerinin bilimin doğasının birtakım önemli anlayışlarına ilişkin yanlış fikirlere sahip olduğunu göstermiştir. Örneğin; öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun bilimsel bilginin kesin olmayan doğasını desteklemediği ve bilimin, doğruluğu kanıtlanan bilgi bütünü olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir (Aguirere ve diğ., 1990). Ayrıca, bilimsel teoriler ve kanunların anlamı ve fonksiyonu hakkında yanlış fikirlere sahip olduğu, artan delillerle birlikte teorilerin kanun olmaya başladığı gibi hiyerarşik bir görüşe sahip olduğu görülmüştür. (Abd-El-Khalick & BauJaoude, 1997). Öğretmenlerin birçoğunun da pozitivistik ve idealistik bilim görüşüne sahip olduğu (Pomeroy, 1993; Smith and Scharmann, 1999) ve bilim yapmak için adımlardan

oluşan genel bir “bilimsel metot” prosedürün varlığına inandıkları (Abd-El-Khalick & BauJaoude, 1997; Lederman, 1992) tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalarda okul fen müfredatlarının ve fen ders kitaplarının çoğunun bilimsel teşebbüslerdeki yolları yansıtmaya teşvik etmediği, bunun için bilimin doğasının yapılandırılmasının soyut ve karmaşık bir hale dönüştüğü ortaya konmuştur (Ogunniyi 1982; Abd-El-Khalick & BooJaoude, 2003). Günümüzde okullarda öğretilen bilim çoğunlukla metodolojik yaklaşımlar ve olaylar bütünü olarak ele alınır ve sıklıkla bilimin doğasının deneyselliğini, bilimdeki belirsizliği ve bilimin tahmin edilemez olmasını vurgulamada sorunlar yaşanmaktadır. Bunun sonucunda öğrencilerin sahip olduğu değerler, tutumlar ve kültürel yaklaşımlar hem bilimsel aktivitelerin yorumunu hem de uygulamasını etkileyebilir. Öğretmen ve öğrencilerde bilimin doğasına ilişkin çağdaş kavramların geliştirilmesi yönündeki uğraşlar 1960’larda başlamıştır. Duschl (1990), sınıf ortamında bilimin doğasının açık bir şekilde öğretimini sağlamak için iki temel yaklaşımın olduğunu ileri sürmektedir. Bu yaklaşımlardan ilki, bilim “biz ne biliriz- bilgisinin doğruluğunu kanıtlama süreci” olarak ifade edilir. İkincisi ise “bilginin keşfedilme süreci- biz nasıl biliriz?”. Duschl (1990), birinci yaklaşımın günümüz bilim eğitiminde egemen olduğunu ve bu nedenle bilimin doğasının eksik anlaşıldığını öne sürmektedir. Eğer fen eğitimcileri “biz ne biliriz” sorusuna “biz nasıl biliriz” sorusunu ilave etmezse öğrenciler bilimsel mitlere karşılık savunmasız hale gelir. Bu yüzden öğrencilerin zihninde dikkatlerini başka yöne çeken, yanlış anlaşılan ve tartışmalara neden olan oldukça fazla sayıda bilimsel mit oluşabilir.

Gabel, Ruba ve Franz (1977), Haukoos ve Penick (1985) ve Rowe (1974) bilimin doğasının öğretilmesi için **örtük yaklaşım (*implicit approach*)** olan birinci yaklaşımın kullanılmasını savunmaktadırlar. Bu yaklaşım; öğrencilere bu anlayışları bilim insanlarının çalışma şartları ve basamaklarını modelleyen bir öğrenme ortamı sağlamak suretiyle öğretmeyi önerir. Örtük yaklaşım “bilim yaparak” bilimin doğasının daha iyi anlaşılabilceğini öne sürerek öğretmenleri ve öğrencileri sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretime yönlendirir. Bu nedenle bu yaklaşım sorgulayıcı-araştırmaya dayalı aktiviteleri, bilimsel süreç becerilerine dayalı dersleri; tarihsel anahtar olaylar ve önemli araştırmalar hakkında hikâyeler okumayı ve konu alanı hakkında öğrencilerin inançları ve deneyimlerine ilişkin sınıf tartışmalarını içermektedir. Örtük yaklaşım bilimin doğasının spesifik yönleri hakkındaki tartışmalara

odaklanmadığı için örtük yaklaşımın kullanıldığı öğretim yöntemlerinin öğrencilerde bilimin doğası hakkında anlayış geliştirmekte sınırlı kaldığı öne sürülmektedir. (Lederman, 1992; Abd-El-Khalick; Bell, 2001).

Açık-düşündürücü yaklaşım (explicit-reflective) olarak bilinen ikinci yaklaşım, birçok çalışmada bilimin doğası kavramlarını öğretmek için en etkili yol olarak gösterilmiştir (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman & Abd-El-Khalick 2000). Öğretmenler sınıf söylemlerinde açık bir şekilde bilimin doğası anlayışlarını vurgulamalıdır. Öğretmenler, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki fikirlerini açıklamaları ve bu fikirleri açık bir şekilde yansıtmaları için fırsatlar vermelidir. Bu fırsatlarda bu fikirlerin güçlü yönleri ve sınırlamaları tartışılmalı ve bu fikirlerin diğerleri ile tutarlı olup olmadığı değerlendirilmelidir (Schwartz & Lederman, 2002). Örneğin; Khishfe ve ark.(2002), 6. Sınıf öğrencilerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimin açık-düşündürücü öğretim yöntemi ile verildiğinde, bilimin doğası anlayışlarının geliştiğini ancak sorgulayıcı- araştırmaya dayalı öğretimde bilimin doğası anlayışları örtük (implicit) bir şekilde verildiğinde bilimin doğası anlayışlarında bir gelişme olmadığını gözlemlediler. Akerson ve Abd-El-Khalick (2003; 2005), 4. sınıf öğrencilerine sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretimde bilimin doğası anlayışları açık-düşündürücü yöntemle verilmediğinde öğrencilerin bilimin doğası görüşlerinde düzelme olmadığını gözlemlediler. Özellikle son yirmi yılda, "açık-düşündürücü" kavramı eğitim alanındaki araştırmacılar arasında oldukça popüler olmuştur. Dewey açık-düşündürücü terimini “bağlı olduğu sonuçların ışığında herhangi bir inanışın ya da bilgi şeklinin aktif, kalıcı ve dikkatli bir şekilde düşünülmesi” olarak tanımlar (Dewey, 1993, p.9). Böylece açık- düşündürücü “düşünmenin” özel bir biçimi olarak karakterize edilmiştir.

Fen öğretmenleri için açık-düşündürücü öğretim uygulamaları, “öğrencilerin kişisel teorilerini tanımlamaları ve ortaya çıkarmalarını, mantıksal temelleri inceleme yoluyla keşfetmelerini, alternatif değerlendirme için arama ve problem çözme yolunu kullanmalarını, daha önceki uygulamaları test etmek ve teorileri yeniden oluşturmadan önce genel teoriler ile akranlarınınkini karşılaştırmalarını (Tann, 1993,p.57)” sağlayan uygulamaları içermelidir. Bu nedenle açık-düşündürücü fen öğretim uygulayıcısı olmak, kendi eğitimsel deneyimleri ve bilim öğrenme ve öğretme görüşlerini eleştirel bir şekilde incelemeye yardım edecek kaynakların ve aktivitelerin geliştirilmesi, öğretmenlerden beklenen temel unsurlardır (Nichols et al., 1997).

Bu yaklaşım içerik ve süreç boyunca bilim tarihi ve felsefesi yoluyla bilimin doğasının doğrudan öğretimini içeren bir yaklaşımdır. Öğrencilerde bilimin doğası kavramlarına ilişkin anlayış geliştirmek için bilimin doğasının çeşitli yönleriyle ilgili bilim tarihi ve felsefesinden çeşitli bileşenleri kullanır (Abd-El-Khalick, 2005; Hodson, 1985; Rilley, 1979). Zihinlerindeki değişim için bilmenin bilimsel yoldan farklı fikirler olduğunun ve düşündüklerinin ne olduğunun farkında olmalarını sağlayacak bir öğretim verilmeye çalışılır. Böylece öğrenciler, bilimsel bilginin bilim adamlarının onayladıkları paradigma, delil ve görüşmelere dayalı olarak yapılandırıldığını öğrenmeleri sağlanır. Bunu anlayan öğrenci bilimde anlamlı stratejileri kullanarak bilime karşı daha iyi tutum geliştirir. Bunun için bilimin doğası hakkındaki görüşler, fen öğretiminin nasıl olması gerektiğine yön vermek ve öğrencinin nasıl öğrenebileceğini tahmin etmede önemli bir göstergedir. (Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman & Abd-El-Khalick 2000). Didaktik öğretimle karıştırılmaması gereken bu yaklaşımda günlük fen derslerinde kullanılan aktiviteler, araştırmalar ve tarihsel örnekler bağlamında ve soru sorma, tartışma gibi öğretimlerle bireylerin dikkati bilimin doğasının çeşitli anlayışlarına çekilmektedir. (Schwartz & Lederman, 2002; Schwartz ve diğ., 2004). Bir çok çalışma açık-düşündürücü yaklaşımın öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında önemli değişimler oluşturduğunu göstermektedir (Abd-El-Khalick, 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Lederman & Thompson, 2001; Akerson ve diğ., 2000; Shapiro, 1996; Irez & Çakır, 2006; Küçük, 2008; Doğan ve ark., 2009; Köseoğlu, ve diğ., 2010).

Bu iki yaklaşım arasındaki temel fark, bilimin doğasının anlaşılmasını geliştirmek için kullanılan aktivitelerin çeşitliliği meselesi değildir. Bu fark öğrencilerin katıldıkları aktiviteler ile ilgili düşünceleri ve düşündüklerini yansıtmasını sağlayacak bilimin doğasının bazı anahtar bileşenleri gibi kavramsal araçlarla sağlanması gereken boyutudur. Shapiro, (1996), sınıf öğretmeni olacak öğretmenlerle bağımsız bilimsel araştırmalar üzerine yaptığı bir çalışmada öğrenciler “bilim yapma” çalışmasına katıldılar. Böyle bir yaklaşım örtük bir yaklaşım olarak etiketlenebilir. Fakat Shapiro (1996), bununla birlikte öğrencilerin araştırmalarının belirli yönlerini yansıtmasına yardımcı olmak için kişisel yapılandırmalarını sağladı. Bu yapılandırmalarından daha öncede değindiğimiz gibi elbette ki bilimin doğasının bileşenleri ile ilgiliydi. Bu bileşenler arasında bilim yaparken tek bir metodun olmadığı, bilimsel yapılandırmaların ve doğasının bilimdeki öznellik ve oluşumun, hayal gücünün rolü bu yapılandırmalar

yoluyla vurgulandı. Bu yapılandırmalar, öğrencilerin ne yaptıkları ve ne düşündüklerini yansıtmalarına rehberlik edecek açık bir araç ya da kavramsal bir çerçeve olarak sunuldu. Shapiroya (1996), öğretmen olacak öğrencilerin bu kişisel yapılandırmaları, onların bilimin doğasının dikkat çeken özelliklerinin farkında olmadıklarını ya da bu durumun şansa bırakıldığını ifade etmiştir.

Bu iki yaklaşım arasındaki bu fark bu iki yaklaşımın altında yatan varsayımlara dayanmaktadır. Birincisi, örtük yaklaşımda öğrencilerin bilime dayalı etkinliklere katılmasının yan ürünü olarak bilimin doğası hakkında öğrenme sağlandığı varsayılır. Onlar fen öğretmenlerinin sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinlik ya da bilimsel süreç becerilerini veren öğretimin bir sonucu olarak ya da bilimin doğasının direkt bir referans olarak sunulmamasına rağmen öğrenme ortamındaki değişikliklerin sonucu olarak bilimin doğasının öğrenilebileceğini beklerler. Örneğin Barufaldi ve ark. (1977) yaptıkları bir araştırmada, öğrencilere sorgulayıcı-araştırma merkezli deneyler, ve sayısız sunulan aktiviteler öğrencilerde bilimin daha fazla geçici olduğu görüşünü geliştireceği fikrini ortaya koymuşlardır.

BÖLÜM 3

YÖNTEM

Genel Bakış

“Açık-düşündürücü öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimi” bağlamında öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ve gelişimini (eğer varsa) incelemeyi amaçlayan bu çalışmada yorumlayıcı, nitel araştırma metotları kullanılmıştır. Yapılandırıcı felsefeye dayalı nitel metodolojide (Denzin ve Lincoln, 1998, akt: Ekiz, 2003, s.27) araştırmacılar, bireyin zihninde yapılandığı anlamı anlamakla ilgilenir. Bu anlam bireyin hem olgulara yüklediği anlam hem de gerçeği kendine göre yapılandırması ile ilgili anlamlardır. Bireyin deneyimleri içindeki bu anlam, araştırmacıların kendi algılamaları yoluyla ifade edilir (Patton, 1990, s.184). Yorumlayıcı araştırmada, “eğitim bir süreç; okul ise yaşam deneyimi olarak düşünülür” (Merriam, 1998, s.6). Eğer anlam deneyimler yoluyla yapılandırılırsa ve okul bir yaşam deneyimi ise, o zaman okuldaki bilim deneyimleri bilimin doğası hakkındaki görüşlere şekil verir.

Odak soruların merkeze alındığı bu çalışmada durum çalışması (case study) nitel araştırmanın özel bir tipi olarak kullanıldı. Türkçe literatürde olay incelemesi, örnek olay çalışması veya vaka çalışması olarak da isimlendirilen durum çalışması genel olarak bir durumun (veya az sayıda durumun) uygun herhangi bir yöntemle ayrıntılı olarak incelenmesidir (Merriam, 1998; Yıldırım ve Şimşek, 1999).

Araştırma Soruları

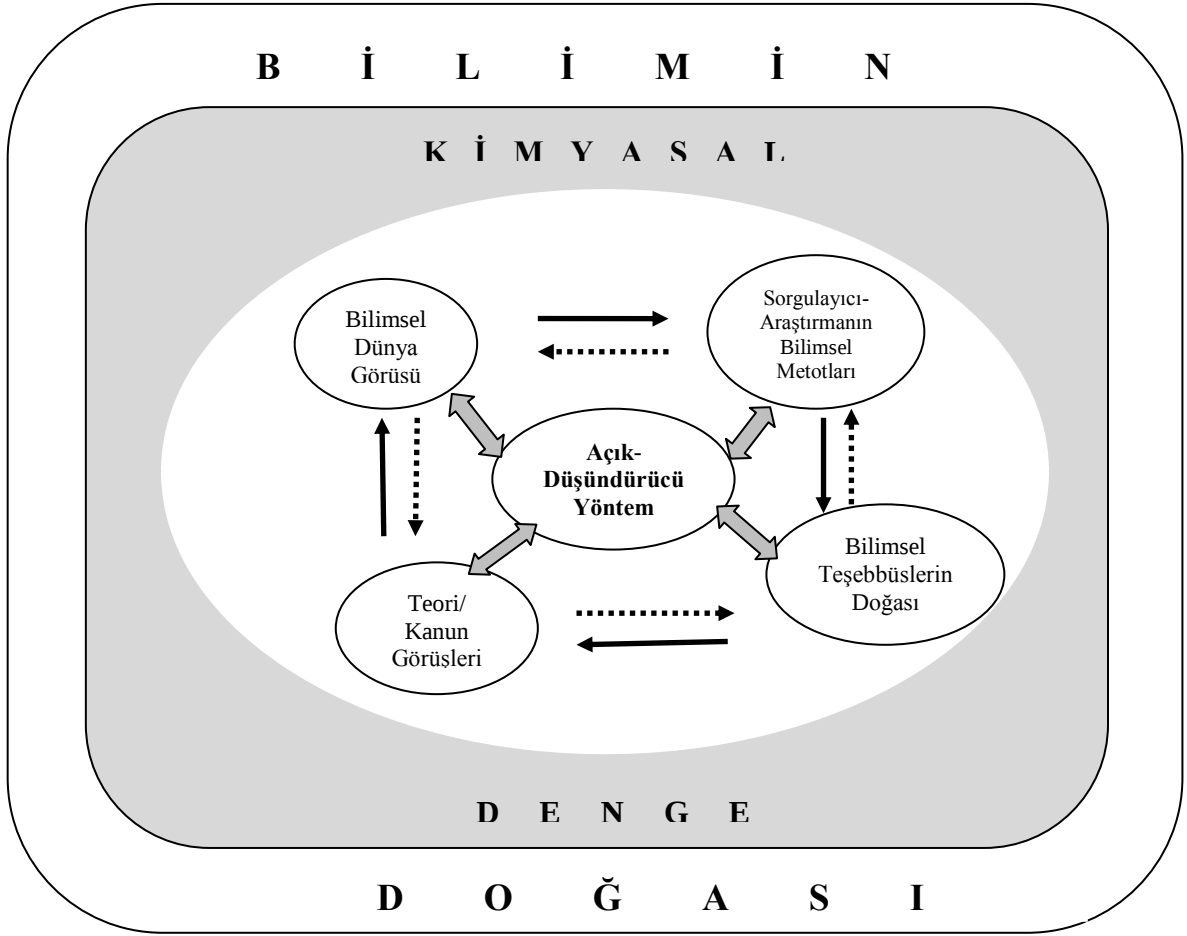
1. Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin ilk anlayışları nelerdir?
2. Açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisi nedir?
3. Açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimi sonucunda öğrencilerde bilimin doğası anlayışlarındaki değişimler (eğer varsa) nelerdir?
4. Bilimin doğasının öğretimi sonucunda elde edilen bilimin doğası bilgisindeki kazanımlar, öğrenme ve düşünme açısından öğrencilerin daha fazla bir bakış açısı geliştirmelerine yardımcı olur mu?

Örneklem

Bu çalışmada kasıtlı ve yarara dayalı bir örneklem seçildi. Patton (1990), minimum örneklem büyüklüğünün “olgunun beklenen makul kapsamına dayalı olarak” dört katılımcıdan oluşabileceğini ifade etmiştir. Anlamlı örneklem zengin kaynaklardan bilginin seçimi ve nitel araştırma için seçilen birçok metot olarak düşünülür. Anlamlı örneklem, araştırmada ilişkileri anlamak ve ortaya çıkan bağlantıları keşfetmek ve bir anlayış kazanmak için istenilen varsayımlara dayalıdır. Bu çalışmanın örneklemi Kalecik Anadolu Lisesi fen bölümünde okuyan 15 (10 kız, 5 erkek) lise 3. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır.

Araştırmanın Bağlamı

Bu çalışma lise öğrencileri için araştırmacı tarafından geliştirilen “Açık-Düşündürücü Öğretim Dizini ile Bilimin Doğası Odaklı Fen İçeriği Öğretimi” dersi bağlamında yürütüldü. Kimyasal denge konusunun içerik konusu olarak ele alındığı bilimin doğasının öğretime odaklanan öğretim dizininde teorik çerçeve olarak, Bölüm II’de verilen bilimin doğası ve açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğasının öğretimi hakkındaki literatür temel alınmıştır. Ayrıca etkinliklerin hazırlanmasında The American Association for the Advancement of Science (AAAS, 1993) dökümanından, kimyasal denge konusunda, Ouilez (2007), Roach ve Wandersee (1995), Briggs’in (2006) çalışmalarından faydalanılmıştır.



Şekil 5. Bilimin Doğası Öğretimi Uygulamalarının Şematik Özeti.

Bu tez çalışmasında yapılan uygulamalarda, bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretilirken son yıllarda pek çok dünya müfredatında bilimin doğasının boyutlarının sınıflandırılmasında kullanılan üç büyük tema esas alınmıştır (AAAS, 1993). Bu temalar; bilimsel dünya görüşü, sorgulayıcı-araştırmanın bilimsel metotları ve bilimsel teşebbüslerin doğası olup, biz bu çalışmada dördüncü tema olarak bilimin doğası ile ilgili bazı anlayışların birbiri ile ilişkisi (teori/kanun görüşleri) olarak belirledik. Bu çalışmada yapılan uygulamalar Şekil 5’te şematik olarak özetlenmeye çalışılmıştır.

Bu öğretim uygulaması ile öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını tanımlamalarına yardımcı olmak, öğretmenlerin ve öğrencilerin bilim derslerinde içerik konusu ile birlikte bilimin doğasını birleştirmeyi sağlayacak etkili yolları düşünmelerini sağlayacak fırsatları oluşturmak ve bu öğretimin nasıl olması gerektiği konusuna yardımcı olmak istenmiştir.

Tablo 3. Öğretimde Uygulanan Etkinlik & Öğretim Stratejileri

TEMA	BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARI	DERS SAATİ	AKTİVİTE&ÖĞRETİM STRATEJİLERİ	AY
Sorgulayıcı-araştırmanın bilimsel metodları	1.Bilim kanıtlara dayalıdır, 2.Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır, 3.Bilim açıklar ve tahmin yapar, 4.Bilim adamları tanımlamaya çalışır ve önyargılardan kaçınır, 5. Bilim otorite değildir,	12 Saat	1. Kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modeli, 2. Bilimsel sorgulayıcı- araştırmanın bilimin doğası anlayışlarını içeren okuma parçaları, 3. Kavram haritaları 4. Yazılı geri dönütler	Mart 2010
Bilimsel dünya görüşü	1.Dünya anlaşılabilir, 2.Bilimsel fikirler değişebilir, 3.Bilimsel fikirler süreklidir, devamlıdır, 4.Bilim bütün sorulara cevap vermez.	12 saat	1.Kimyasal dengenin tarihi gelişimi ile ilgili tarihi hikayeler ve tartışma soruları 2.Grup tartışması 3.Bu temanın bilimin doğası anlayışlarını içeren okuma parçaları 4.Kavram haritası	Nisan 2010
Bilimsel teşebbüslerin doğası	1.Bilim kompleks bir sosyal etkinliktir, 2.Bilimin yürütülmesinde genel olarak kabul edilen etik prensipler vardır, 3.Bilim içerik disiplini ile organize edilir ve çeşitli kurumlarla yürütülür, 4.Bilim adamları hem bir uzman olarak hem de bir vatandaş olarak genel olaylar katılır.	6 saat	1.Kimyasal Dengenin matematik formülasyonu ve dinamikliği ile ilgili tarihi hikayelerden oluşan öğrenme döngüsü 2. Bu temaya ilişkin bilimin doğası anlayışlarını içeren okuma parçaları 2.Kavram haritası 3.Yazılı geri dönütler	Mayıs 2010
Bilimin doğası ile ilgili bazı anlayışların birbiri ile ilişkisi (Teori/kanun görüşleri)	Teori ve kanunların işlevleri, farkları, tanımlamaları.	6 saat	1.Eşleştirme etkinlikleri, grup çalışması ve tartışmaları, 2. Teori ve kanun arasındaki farkı ortaya koyan okuma parçaları ve tartışma soruları 3.Yazılı geri dönütler	Mayıs 2010

Bu çalışmada bir dönem boyu süren öğretim uygulamalarında günümüzdeki fen eğitimi reformlarında vurgulanan bilimin doğası anlayışları açık-düşündürücü

yaklaşım ile hazırlanan öğretim dizini ile verilmeye çalışıldı. Bu öğretim dizini bilimin doğası odaklı kimyasal denge konusunun öğretimini içeren etkinlikleri, örnekleri ve açıklamaları içermektedir. Tablo-3, temaların, ders saatlerinin, bir dönem boyunca uygulanan etkinliklerin bir özetini sunmaktadır. Tablo-3, bize üç önemli nokta hakkında bilgi sunmaktadır. Birincisi, farklı öğretim stratejileri ile bilimin doğası anlayışlarının bu dört tema altında nasıl verileceğini göstermektedir. Açık-düşündürücü öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminde bilimin doğası anlayışlarının tartışma, özel sorgulama, yol göstererek üzerinde düşündürme, bilim sınıfı etkinlikleri bağlamında yapılan sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, bilim tarihinden örnekler ve geleneksel fen sınıfı etkinlikleri gibi birçok öğretim stratejisinin işbirlikli öğrenme grupları ile nasıl uygulanacağı verilmiştir. İkincisi, bilimin doğası hakkındaki bilinçli anlayışları tanımlayan ifadeleri sunar, üçüncüsü bilimin doğasını merkeze alan etkili pedagojik yaklaşımları tanımlar ve derslerde uygulanacak olan etkinlikler boyunca öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını nasıl öğrenebileceklerini gösterir.

Öğretimde Uygulanan Etkinlikler

Araştırmalar, bilim derslerinde ve bilimsel araştırma yapan lise öğrencilerinde bilimin doğası anlayışlarının yeterince gelişmediğini göstermektedir (Lederman, 1992; Driver et al., 1996; Smith & Scharman, 1999; Ryder et al., 1999). Bu tez çalışmasındaki öğrenci profili de yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Aslında bilimin doğası öğretimi boyunca tüm öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında tam bir gelişme beklenmez. Çünkü fen öğretmenlerinin de bilimin doğası öğretimi için yeterli bir pedagojik içerik bilgisine sahip olduğu söylenemez. Diğer taraftan hem fen derslerinde hem de bilimsel araştırmalarda bilimin doğası anlayışlarını merkeze alan ve bilimin doğası öğretiminde pedagojik içerik bilgisinin açık bir şekilde verilmediği görülmektedir (Abd-El-Khalick, and Lederman, 2000). Bu çalışmada açık-düşündürücü yaklaşım ile bilimin doğası odaklı kimyasal denge konusunun öğretimini dört temel düşünceye göre şekillendirilmiştir: 1) Bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin müfredata uygun bir şekilde zamanının ve araştırma süresinin tanımlanması 2) öğretmenlere lise sınıflarında kullanılmak üzere bilimin doğası öğretiminde kullanılacak öğretim dizinlerini ve materyallerini geliştirecek fırsatları sağlama, 3) bilimin doğasının

açık bir şekilde öğretimine uygun bir model oluşturma, 4) fen içerik bilgisi açısından öğrencilerin farklı alt yapılarını dikkate alma.

Öğretim boyunca uygulanan etkinliklerin genel bir bakışı Ek-5’de verilmiştir. Bu öğretim dizini üç boyut içermektedir: 1) Bilimin doğası anlayışlarının öğretiminde açık-düşündürücü yaklaşımı benimseme 2) bilimin doğası odaklı fen içeriğini öğrenme 3) kavramsal değişim öğrenme çerçevesinde öğretimi gerçekleştirme. Aşağıda bu boyutların her biri açıklanmıştır.

Öğretim dizininin birinci boyutu olan bilimin doğası öğretimi için kapsayıcı bir çerçeveyi içine alan açık-düşündürücü yaklaşımın iki bileşeni vardır: Birincisi, Abd-El-Khalick (1998) tarafından tanımlanan ve etiketlenen “açık” terimi; öğrencilere açık bir şekilde verilen öğretim sonucunda öğrencilerdeki bilimin doğası kazanımlarının düzenlenmesi anlamına gelir. Bu tez çalışmasında hazırladığım öğretim dizininde bilimin doğası odaklı kazanımlar; bilimsel bilginin 1) değişebilirliği, 2) deneyselliği, 3) teori yüklü olması, 4) insan hayal gücü, yaratıcılığı ve yorumunun ürünü olması ve 5) sosyo-kültürel değerlerle iç içe olması gibi özelliklerdi. Ayrıca gözlem ve çıkarım arasındaki fark, teori ve kanunlar arasındaki ilişki, bunların işlevleri ve gelişimleri ile ilgili kazanımlarda verilmeye çalışıldı. Yani bilimin doğasının açık bir şekilde öğrenimi, öğrencilerin bilimsel etkinliklere katılma sonucunda beklenen bir sonuç değil (örtük yaklaşım), bilinçli bir şekilde verilmesi anlamına gelmektedir. İkincisi “düşündürücü” bileşen, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki belirli anlayışların dahil olduğu bir çerçeve içinde yaşadıkları deneyimleri yansıtan yapılandırılmış fırsatları sağlar (Abd-El-Khalick, 1998). Örneğin; bilime dayalı bir araştırma faaliyeti veya bir tarihsel olay çalışması gibi. Bu tez çalışmasında da kimyasal denge konusuna entegre edilen bilimin doğası anlayışları, kimyasal dengenin makro düzeydeki analogi modeli ve daha sonra kimyasal denge kavramının ortaya çıkmasını sağlayan bilim tarihinden kısa hikâyelerin kullanıldığı etkinlikler ile verilmeye çalışılmıştır.

Öğretim dizininin hazırlanmasında ikinci boyut olan bilimin doğası öğretiminin içerik konusu ile birlikte harmanlanarak verilmesinin tüm sınıf seviyelerinde bilimin doğası anlayışlarını geliştirmede daha başarılı olduğu kabul edilmektedir (Abd-El-Khalick, 2001). Bu nedenle bu çalışmada içerik konusu olarak lise III. Sınıf kimya müfredatında yer alan kimyasal denge konusu seçilmiş ve bilimin doğası anlayışları bu konu ile birlikte verilerek öğrencilerin bilimin doğası hakkında düşüncelerini

sağlayacak sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinlikler, gösterimler, örnekler, tarihi hikâyeler, açıklamalar bir öğretim dizini şeklinde verilmiştir. Bilimin doğası anlayışlarını öğrencilerin anlamlı bir şekilde kavraması için açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimi sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinliklerle desteklenmelidir (Khishfe ve Abd-El-Khalick, 2002).

Öğretim dizininin üçüncü boyutu kavramsal değişim yaklaşımına göre öğrenme çerçevesinde bilimin doğasının öğretimi gerçekleştirilmiştir (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004). Kavramsal değişim çerçevesi hem yapılandırıcı öğrenme içinde (Driver et al., 1994) hem de öğrenmenin bilişsel teorisi (Brown, Collins & Duguid, 1989) içinde yer almaktadır. Kavramsal değişim teorisine göre, yeni öğrenme öğrencinin bildiği ile sınırlıdır. Yeni kavramlar, sayısız diğer kavramlar ve bu kavramlar arasında yapılan bağlantının örgüsü şeklinde tanımlanır. Kavramsal değişim modelinin en son revize edilmiş (Hewson, Beeth, & Thorley, 1998) durumuna göre, bu yaklaşım iki temel bileşen ile sağlanır. Birincisi, öğrencilerin hedeflenen kavramları (bilimin doğası anlayışları) sınıf tartışmalarının açık bir bileşeni olarak kullanmasıdır. Bu bileşeni gerçekleştirmek için bu çalışmadaki temalar, hazırlanan öğretim dizini içinde verilen bilimin doğası anlayışlarından oluşmaktadır. Öğrencilerin ön kavramlarını yansıtmalarına izin veren öğretim boyunca birçok kez vurgulanan bilimin doğası anlayışları ve öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışları ile fen eğitimi literatüründe verilen bilimin doğası anlayışlarının karşılaştırılması; okuma parçaları, etkinlikler yoluyla ve araştırmacı tarafından verilmiştir. İkinci bileşen, sınıf tartışmalarının açık bir unsuru olarak öğrencilerin ön kavramlarının hedeflenen bilimin doğası kavramları ile karşılaştırmak için tartışma yapılması ile ilgilidir. Özellikle bu tartışmalarda hedeflenen bilimin doğası anlayışlarının anlaşılabilirliğine, inandırıcılığına ve güvenilirliğine odaklanılmıştır. Öğrencilerin anlayışlarını geliştirmek için yeni kavramlar ile mevcut kavramlar arasında bağlantı kurmalarını sağlayacak birçok fırsat ile öğrencilerde etkili bir kavramsal değişim ve daha anlamlı bir öğrenme sağlanabilir. Bu kapsamda kimyasal denge konusu ile ilgilenen bilim adamlarının yaşamlarından kısa bölümler halinde tanımlanan tarihi hikâyeler (vinyetler), sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, kavram haritaları ve yazma çerçeveleri gibi çeşitli kavramsal değişim stratejileri kullanılarak öğrencilerin hedeflenen bilimin doğası anlayışları hakkında düşünmeleri ve bu anlayışların gelişimi sağlanmaya çalışılmıştır.

Özet olarak, açık-düşündürücü öğretim dizini ile öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında bir gelişmenin gerçekleşmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, öğretmenlere bilimin doğası odaklı fen içeriğinin öğretimi ile ilgili sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinliklerin nasıl dizayn edilebileceği ve bilimin doğası ile ilgili anlayışların kimyasal denge konusu kapsamında verilen örnekler, etkinlikler, açıklamalar ve gösterimlerle nasıl sunabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Böylece öğrenciler;

- yaşadıkları deneyimler üzerinde düşünmeye,
- bilimin doğasının ne olduğu ve
- bilimin doğası anlayışları hakkında çıkarımlarda bulunmaya teşvik edilmiştir.

Haftada üç saat olmak üzere on hafta süren ve yukarıda genel özellikleri verilen “Açık-düşündürücü öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimi” dersi;

1. Bilimsel Sorgulayıcı-Araştırmanın Bilimsel Metotları,
2. Bilimsel Dünya Görüşü,
3. Bilimsel Teşebbüslerin Doğası,
4. Teori ve Kanun Görüşleri

olmak üzere dört oturum şeklinde düzenlenmiştir. Aşağıda her bir oturumda odaklanılan konular ve bu konular kapsamında yapılan etkinlikler aşağıda açıklanmıştır.

I. Oturum: Sorgulayıcı-Araştırmanın Bilimsel Metotları

- Bilim kanıtlara dayalıdır,
- Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır,
- Bilim açıklar ve tahmin yapar,
- Bilim adamları tarafsız (objektif) olarak açıklamalarını yapmaya çalışır;
- Bilim otoriter değildir,

Bu oturumda öncelikle kimyasal dengenin öğrencilerde zihinsel modelini oluşturmalarına yardımcı olmak için kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modelini (Briggss, 2006) kullandık (Ek-5). Çünkü kimyasal denge kavramının zihinsel modellerinin bileşenlerinin teşhis edilmesi konusunda öğrencilerin yardıma ihtiyaçları vardır. Öğrenciler deney yaparak üstbilişsel ve sağlam bir yapıya sahip olabilirler. Böylece sınıfta öğretilen kimyasal kavramların kendi alanında kabul edilebilir zihinsel modellerini yapılandırmaya başlarlar. Kimyasal dengenin bu gösterimleri, öğrencilerin

zihinsel modellerini yapılandırmalarını sağlamaya dönüktür. Uygulamada öncelikle öğrencilere kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modelinin kullanıldığı etkinlik tanıtıldı ve kendilerinden ne beklenildiği açıklandı. Katılımcılardan 3 kişilik gruplar halinde denge durumunu kurma, denge durumunda ileri reaksiyon hızının etkisi, geri reaksiyon hızının etkisi, katalizörün etkisi gösterimlerini kendilerine verilen direktifler doğrultusunda yapmaları istendi. Elde ettikleri verilerle hız-zaman grafiği çizmeleri istendi. Böylece öğrencilerin kimyasal denge konusunda kullanılan terimlerin ne olduğu, reaksiyon denklemlerinin nasıl yazıldığı, tersinirlik kavramı, dengenin nasıl bozulabileceği (Le Chatelier prensibi) ve dengenin dinamik doğasını içeren beş bileşen verilmeye çalışıldı. Gösterim esnasında sorulan sorularla grup içi ve gruplar arası tartışma ortamı oluşturularak hem analogi modelinde neyin neyi ifade ettiğini hem de bu gösterimler sırasında bilimin kanıtlara dayalı olduğu, gözlem ve çıkarımın ne olduğu, tek prosedürel bir bilimsel metot olmadığı gibi bilimin doğası anlayışları verilmeye çalışıldı.

İşbirlikli öğrenmenin desteklendiği etkinlikte mümkün olduğunca tüm gruplar, takip edilerek öğrencilerin gösterimlere, akran tartışmalarına ve sınıf tartışmalarına katılması için teşvik edildi ve bu tartışmalar için yeterli süre verildi. Etkinlik tamamlandıktan sonra öğrencilerin bu deneyimleri üzerinde düşünmeleri istendi ve analogi modeli ile ne öğrendikleri, hangi bilimsel yöntemleri kullandıkları irdelendi. Böylece öğrencilerin sorgulayıcı-araştırmanın bilimsel metotlarına ilişkin bilimin doğası anlayışlarını anlamaları amaçlandı.

Öğrencilerin bilimsel bilgi ve kanıt oluşturma, bu süreçte hayal gücü ve yaratıcılığın rolü, bilimin açıklama ve tahmin gücü ve bilimin otorite olup olmadığı gibi görüşler tartışıldıktan sonra öğrencilere bilimsel sorgulayıcı-araştırmanın metotlarında bilimin doğası anlayışlarını veren tanımlamaların yer aldığı okuma parçaları dağıtıldı. Bu okuma parçaları, AAAS (1993) dokümanından alınmış ve Türkçeye tarafımdan uyarlanmıştır.

Bu okuma parçaları; “Bilim kanıtlara dayalıdır; Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır; Bilim açıklar ve tahmin yapar; Bilim adamları tanımlamaya çalışır ve önyargılardan kaçınır; Bilim otoriter değildir” şeklinde bilimsel sorgulayıcı-araştırmanın teması altındaki bilimin doğası anlayışlarını bölüm bölüm veren tekstlerdi. Öğrenciler bu bölümleri okuyarak önce ikişerli daha sonra dörderli gruplar halinde

tartışarak her bir bilimin doğası anlayışını bulmaları ve bunları kavram haritasındaki boşluklara yazmaları istenerek etkinliğin değerlendirilmesi yapıldı.

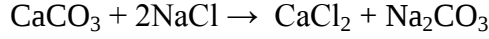
II. Oturum: Bilimsel Dünya Görüşü

- Dünya anlaşılabilir,
- Bilimsel Fikirler değişebilir,
- Bilimsel fikirler dayanıklıdır,
- Bilim bütün sorulara cevap vermez.

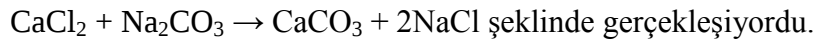
Oturumun ikinci kısmında ise öğrencilerin kimyasal denge konusundaki temel kavramların yapılandırılarak zihinsel bir model oluşturmalarına ve bilimsel sorgulayıcı-araştırma temasını oluşturan bilimin doğası anlayışlarını bulmalarına yardımcı olduktan sonra öğrencilerin dünyada ve evrende gerçekleşen olayların bilim yolu ile anlaşılabilceği, bilimsel bilginin değişebileceği, bilimsel fikirlerin değişime karşı dayanıklı olduğu ve bilimin tüm sorulara cevap olamayacağı gibi bilimin doğası hakkındaki görüşleri bilim tarihinden kısa hikâyeler (vinyetler) kullanılarak verilmeye çalışıldı. Bilimin doğasını karakterize eden bilim adamlarının yaşamlarından kısa bölümler halinde tanımlanan tarihi hikayeler, bilimsel özellikleri gösterir ve öğrencilerin konuyu tarihsel bir bakış açısı ile görmelerini sağlar (Roach ve Wandersee, 1995). Bu çalışmada da kimyasal denge kavramının nasıl ortaya çıktığını ve bu konu ile ilgilenen bilim adamlarının yaptıkları çalışmaları içeren bu hikayeler Quilez (2007) ve Roach and Wandersee (1995)'nin çalışmalarından faydalanılarak tarafımdan hazırlandı. Bu hikayeler; Bergman'ın Seçimli Benzerlik Teorisi, Berthollett'in Kütle Etkisi Kanunu, Kimyasal Dengenin İlk Matematik Formülasyonu ve Kimyasal Dengenin Dinamikliği şeklinde dört başlıktan oluşmuştur.

Öğrenciler, 18. yüzyılın sonlarında kimyasal reaksiyonların nasıl gerçekleştiğini ve tersinirlik kavramının nasıl ortaya çıktığını açıklamak için kullanılan iki teori (Seçimli benzerlik teorisi ve Kütle Etkisi Kanunu) etrafındaki tartışmaları, Yarışan Teoriler etkinliği şeklinde gerçekleştirdiler. (Yarışan Teoriler etkinliği EK-5'de verilmiştir). Bu etkinlikte, Seçimli Benzerlik teorisini ortaya koyan Bergman'ın yaptığı çalışmaların kavramsal çerçevesinin, kimyasal birleşmelerin seçimli benzerlik sonucu oluştuğu, yani; reaksiyonun sadece reaksiyona giren maddelerin doğasına bağlı olduğunu açıklamaktadır. Kütle Etkisi Kanununu öne süren Berthollet ise maddelerin

miktarının etkisinin, benzerlik kuvvetini yenebildiğini göstermiştir. Berthollet'in büyük çaptaki kimyasal reaksiyon deneylerinden geliştirdiği bu fikir, Napolyon'un 1798'deki Mısır gezisine eşlik ettiği sırada bulduğu çalışmalar, araştırmasının yeni bir çerçevesini ortaya koymuştur. Mısırdaki sodyum klorür içeren göllerin kenarındaki kayalıklarda sürekli bir Na_2CO_3 oluşumu gözledi. Bu reaksiyonu aşağıdaki gibi tanımlamıştır:



Bu reaksiyon, seçimli benzerlik teorisince tahmin edilen reaksiyonun tersidir. Seçimli benzerlik teorisine göre bu reaksiyon;



Berthollet bu reaksiyonun seçimli benzerlik teorisine göre CaCl_2 ve Na_2CO_3 'ün tamamen tükenmesi gerektiğini ancak ortamda çok miktarda CaCl_2 ve Na_2CO_3 'ün bulunduğunu; Na_2CO_3 göl kenarındaki tortularda ve CaCl_2 'nin ise toprağa sızdığını gözlemlemiştir. Berthollet bu gözlem üzerine reaksiyonların sadece seçimli benzerlik özelliğine göre gerçekleştiği fikrine itiraz etmiş ve kimyasal olayda miktarın etkisinin benzer kuvvetlerin etkisini yenebileceğini ortaya koymuştur.

Berthollet'in bu yorumu, anormal reaksiyonların tamamlanmamış ve tersinir reaksiyonlar olduğunun ilk teorik nitel sunumudur. Bu yorum, kimyasal reaksiyonlarda denge kavramının gelişmesinin ilk açıklayan temel bir sunum olmuştur. O, yer değiştirme reaksiyonunun kesinlikle tam olarak gerçekleşmediğini, karşıt benzerlik kuvvetleri arasında bir denge durumu olduğunu düşünmüştür. Bu kuvvetlerin dayanıklılığını, iki faktöre bağlamış ve bunları reaksiyona giren maddelerin benzerliklerindeki farklılık ve nicel oranlar olarak açıklamıştır. Denge durumuna ulaşıldığında, mekanikteki gibi benzer bir şekil olan statikliğin olduğunu düşünmüş dengenin dinamikliği konusunda bir açıklama yapmamıştır.

Bu etkinlikte, öğrenciler kimyasal denge kavramı ile ilgili bilimsel bir fikrin nasıl ortaya çıktığı ve bunun hangi yollardan elde edildiğinin farkına varmaları sağlandı. Bu süreçte bilimsel bilginin değişebilirliği, gözlem ve çıkarımlar arasındaki fark, bilimsel bilginin oluşumunda insan hayal gücü ve yaratıcılığının önemi gibi bilimin doğası anlayışları ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Ayrıca bu etkinlikte, düşünceler öne sürme, destekleme, eleştirme, değerlendirme ve gözden geçirip düzeltme gibi bilimsel

tartışma sürecine katılan öğrenciler, bilimi sürekli olarak düşüncelerin ortaya konduğu, sorgulandığı ve sıklıkla geliştirildiği veya değiştiği bir süreç (Strike ve Posner, 1992) olarak görebilmeleri sağlanmaya çalışıldı. Böylece öğrenciler, açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı içerik öğretim sürecinde sürekli sosyal etkileşim içinde olduklarından bilimsel bilginin sosyal olarak yapılandırılma sürecini de daha iyi anlamaları sağlanmıştır.

Bu etkinlikten sonra öğrencilere bilimsel dünya görüşü temasını açıklayan dünya anlaşılabilir, bilimsel fikirler değişebilir, bilimsel fikirler dayanıklıdır, bilim bütün sorulara cevap vermez gibi bilimin doğası anlayışlarını veren okuma parçaları dağıtılarak önce ikişerli daha sonra dörderli gruplar halinde tartışarak buldukları bilimin doğası anlayışlarını kavram haritasındaki boşluklara yazmaları istendi. Bu okuma parçaları, AAAS (1993) dokümanından alınmış ve Türkçeye tarafımdan uyarlanmıştır.

III. Oturum: Bilimsel Teşebbüslerin Doğası

- Bilim kompleks bir sosyal aktivitedir,
- Bilimin yürütülmesinde genel olarak kabul edilen etik prensipler vardır,
- Bilim içerik disiplini ile organize edilir ve çeşitli kurumlarla yürütülür,
- Bilim adamları hem bir uzman olarak hem de bir vatandaş olarak genel olaylar katılır.

Bu etkinlikte Kimyasal dengenin Matematik Formulasyonu ve Kimyasal Dengenin Dinamikliği öğrenme döngüsü (Keşfetme, Kavram Oluşturma ve Uygulama) ile verilmeye çalışıldı.

Keşfetme aşamasında kimyasal dengenin ilk matematik formulasyonunu ortaya koyan Guldborg ve Waage'in kendi ağızlarından yaptıkları çalışmaların anlatıldığı çalışma yaprakları öğrencilere dağıtıldı:

“1861’de başlayan çalışmalarımızdan bu yana kimyasal kuvvetlerin büyüklükleri için sayısal değerleri bulmak mümkün olabilir diye düşündük. Biz bir de her bir kimyasal bileşik veya element için göreceli benzerliği ifade eden belirli sayılar bulabileceğimizi düşündük; örneğin atom ağırlığı göreceli ağırlığı ifade eder.” (Guldborg & Waage, 1867, p.74)

Öğrencilere Guldberg ve Waage'in nasıl bir soruya cevap aradıklarını küçük gruplar halinde tartışmaları istendi. Bu tartışmalardan Guldberg ve Waage'in deneysel verilerin sonuçlarını gösteren bir matematiksel denklemi bulmaya çalıştıkları sonucuna ulaşılmaya çalışıldı.

Kavram oluşturma aşamasında öğrencilere Guldberg ve Waage'in asıl amaçlarının daha önce tartışılan iki teoriyi (Bergman'ın seçimli benzerlik ve Berthollet'in kütle etkisi kanunu) uzlaştırmak ya da bu ikisinin yerine yeni bir teori ortaya koymak olduğu belirtildi. Onların paradigma olarak mekaniği göz önüne aldıkları ve kimyasal kuvvet olarak adlandırdıkları ölçülerin ne olduğuna odaklandıkları söylenerek nasıl bir matematiksel denklem bulabilecekleri öğrencilerle birlikte tartışıldı.

Uygulama aşamasında; kimyasal dengede K denge sabitinin nasıl ortaya çıktığını bilim adamlarının izledikleri algoritmik yollar sırayla takip edilerek öğrencilerin anlaması sağlandı. Böylece öğrenciler hız denklemlerini kullanarak denge sabitini türettiler. Öğrencilerden neden matematiksel bir denkleme ihtiyaç olduğunu, bunun bize ne gibi faydaları olabileceği tartışıldı. Bu denklemi bulurken daha önce bu konu ile ilgili yapılan teorilerden yararlanıp yararlanmadıkları ve bu iki bilim adamının birlikte nasıl çalıştığı sorularak bilimin kompleks bir sosyal aktivite olduğu ortaya çıkarılmaya çalışıldı.

Daha sonra Kimyasal Dengenin Dinamik Doğası ile ilgili olarak Pfaundlerin, denge halinde moleküler değişiklikleri açıklamaya çalışan araştırmaların yer aldığı hikaye öğrencilere dağıtıldı. Sabit sıcaklık ve basınçta bir gazın kısmi ayrışması durumunda; moleküllerin eşit miktarları ayrıştığı ve tekrar çarpışmayla birleştiği farzedilerek ayrışma ve yeniden birleşme arasında dengenin; moleküler kimyasal denge olarak tanımlandığı tartışıldı. Kimyasal ayrışma ve yeniden birleşme durumunu sürekli dinamik bir şekilde devam ettiğini ortaya koyan Pfaundler'in bu sonuçlara nasıl ulaştığını hikaye sonunda verilen tartışma soruları ile ortaya çıkarılmaya çalışıldı. Öğrencilerin kimyasal dengenin dinamikliğini, yaptığımız makro düzeyde analogi modeli ile ilişkilendirmeleri istenerek denge kavramının fizikte bildiğimiz statik dengeden farklı olduğu verilmeye çalışılarak bununla ilgili günlük hayattan örnekler vermeleri istendi.

Etkinliğin sonunda bilim kompleks bir sosyal etkinliktir, bilimin yürütülmesinde genel olarak kabul edilen etik prensipler vardır, bilim içerik disiplini ile organize edilir ve çeşitli kurumlarla yürütülür, bilim adamları hem bir uzman olarak hem de bir vatandaş olarak genel olaylar katılır şeklinde bilimin doğası anlayışlarını veren okuma parçaları dağıtıldı ve grup tartışmalarından sonra buldukları bilimin doğası anlayışları kavram haritasındaki boşluklara yazmaları istenerek etkinlik sonlandırıldı. Bu okuma parçaları, AAAS (1993) dokümanından alınmış ve Türkçeye tarafımdan uyarlanmıştır.

IV. Oturum: Teori ve Kanunlar

Bu etkinlikte, öğrencilere “bilimsel teori ve kanunlar nedir? Aralarında nasıl bir ilişki vardır?” diye sorularak öğrencilerin bilimsel teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve işlevlerine ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmaya çalıştık. Bunun için AAAS (1993) dokümanından alınan Bilimsel Teoriler ve Bilimsel Kanunlar başlıklı okuma parçaları tarafımdan Türkçeye uyarlanarak öğrencilere dağıtıldı. Bu okuma parçalarını öğrencilerin küçük gruplar halinde okumaları ve sonundaki tartışma sorularını cevaplamaları istendi. Bu süreçte öğrencilere yeterli sürede zaman verilerek grup içi ve gruplara arası akran tartışmalarının yapılmasına izin verildi. Bu etkinlikteki en önemli noktalardan biri bilimin doğası anlayışlarının (değişebilirliği, deneysellik, gözlem, çıkarımlar, teoriler, kanunlar, yaratıcılık, bilimsel metot, sosyal ve kültürel değerler) birbiri ile ilişkisini orta koyarak öğrencilerde bir farkındalık oluşturulmaya çalışıldı. Daha sonra öğrencilerden ön Bilimin Doğasına İlişkin Ankette bilimsel teori ve kanunlar ile ilgili yazdıkları ifadelerde bir değişiklik olup olmadığını kendilerine verilen yazılı geri dönüşlere yazmaları istendi ve etkinlik sonlandırıldı.

Tüm bu etkinliklerde öğrencilere bilim adamlarının doğal dünyanın işleyişi ile ilgili yürüttüğü araştırmalarda izlediği yolları, aynı gözlemin farklı mantıklı açıklamaları olabileceği, gözlem ve çıkarımın ne olduğu, bilimin mantık ve hayal gücünün karışımı olduğu, bilime sosyo-kültürel değerlerin etkisi, bilimsel bilginin dayanıklılığı ve değişebilirliği gösterilmeye çalışıldı. Sonra öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerinde herhangi bir değişim olup olmadığı tartışılarak oturum sonlandırıldı.

Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada lise öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını değerlendirmek için birçok metot kullanıldı. Veri toplama üç aşamada gerçekleştirildi ve sınıf ortamında kimya dersleri ile birlikte yürütüldü. İlk aşamada, Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi-C (BDİG-C) amaçlı örneklem formu şeklinde uygulandı ve öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını tanımlamaya hizmet etti. İkinci aşamada, yarı yapılandırılmış mülakatlar bireysel olarak yürütüldü. Bu mülakatlar öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki bilgilerinin ne olduğuna, anketlerde verdikleri cevapları daha ayrıntılı açıklamalarına, çok net açıklanamayan noktaların aydınlatılmasına, bilimin doğası anlayışlarına yardımcı olan sınıf içi uygulamalardaki deneyimlerini öğrenmemize izin verdi. Üçüncü aşamada uygulamaya katılan öğrencilere yazılı geri dönütler her dersin sonunda uygulandı. Öğrencilerin o derste ne öğrendiğini, ders hakkındaki deneyimlerini, bugüne kadar öğrendiği bilgilerden farklı bilgiler öğrenip öğrenmediği sorularak bilimin doğası anlayışlarındaki değişim hakkında ipuçları vermiştir.

Vockell (1998) herhangi bir çalışmanın kalitesini belirleyen en önemli faktörün geçerlik olduğunu ifade etmiştir. Bu sebeple bu çalışmada kullanılan ölçme araçlarının seçiminde geçerlik en önemli faktör olarak düşünüldü. Ayrıca, veri toplama metotlarına karar verirken veri toplamının doğallığına, araştırma sorularına cevap verebilecek durumda olmasına, sınıf seviyesine, çalışmanın kapsamına ve maksimum derecede güvenilir olması gibi faktörlere de dikkat edildi. Bu çalışmada veri toplamada temel olarak tanımlayıcı, kalitatif veri toplama metotları kullanıldı. Veri toplama araçları; anketler, yarı yapılandırılmış mülakatlar, yazılı geri dönütlerle sağlanmıştır. Bu araçların her biri bu bölümün giriş kısmında verilen araştırma sorularına cevap bulmak için kullanılmıştır. Lise öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarını değerlendirmek için ön ve son test olarak Bilimin Doğası Görüşleri Anketi (BDİG-C) (Ek-1), uygulama sonunda yarı yapılandırılmış mülakatlar (Ek-3), ve öğretim süreci boyunca yazılı geri dönütler (Ek-4) kullanılmıştır.

Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C Anketi)

Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C), Lederman ve diğerleri (2002) tarafından geliştirilen “Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS-C)” anketinden Türkçeye uyarlanmıştır. Anketin orijinali üç versiyondan oluşmaktadır: VNOS-A, VNOS-B ve VNOS-C. Bu çalışmada söz konusu anketin geliştirilen en son versiyonu olan VNOS-C kullanılmıştır. VNOS-C, 10 adet açık uçlu sorudan oluşmaktadır. Ankette yer alan sorularla öğrencilerin bilimin doğasına yönelik görüşlerinin belirlenebileceği öngörülmüştür. Anketin orijinalinde içerik ve görünüş geçerliğinin değerlendirilebilmesi için, bir bilim tarihçisi, bir fen bilimcisi ve üç fen eğitimcisi tarafından oluşturulmuş bir uzman grubu ankette yer alan 10 maddeyi incelemiştir. Daha sonra ankette yer alan maddelerin uzman önerileri ve görüşleri doğrultusunda düzenlenmesiyle anketin içerik ve görünüş geçerliği artırılmaya çalışıldığı belirtilmiştir. (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002, s.508). Bununla birlikte VNOS-C’nin asıl geçerlik ölçütünün anketin uygulanmasından sonra yapılacak görüşmelerle ortaya konulabileceği ifade edilmiştir. Böyle bir uygulamada hem araştırmacının cevapları yorumlama biçimi hem de öğrencinin her bir ifadeden ne anladığı karşılaştırılabileceği belirtilmiştir. VNOS-C ve VNOS-C’nin geliştirilmesinde esas alınan diğer iki versiyonun (VNOS-A ve VNOS-B) birçok araştırmada yaklaşık 2000 denek üzerinde uygulandığı ve bunların yaklaşık 500’ü ile de ayrıca yüz yüze görüşüldüğü ifade edilmiştir. Elde edilen bulguların anketin geçerliğinin üst düzey olduğunu gösterdiği öne sürülmüş, tüm bunlar anketin geçerliği noktasında olumlu veriler olarak ortaya koyduğu ifade edilmiştir. (Lederman, Abd-El-Khalick, Bell & Schwartz, 2002, s.517). Orijinali İngilizce olan BDİG-C’nin Türkçe tercümesi (Bkz. Ek 1), ters çeviri yöntemiyle yapılmıştır. Uyarlama sürecine iki fen eğitimi uzmanı, iki yabancı dil uzmanı ve iki Türk dili uzmanı dahil edilmiştir. Ayrıca anketi geliştirenlerden N. G. Lederman ile e-mail yoluyla iletişim kurularak anketin kullanımı için izin alınmış ve araştırma süreci ile ilgili görüş ve önerileri değerlendirilmiştir. Lederman, anketin tamamen öğrenci görüşlerine dayalı olduğunu, lise öğrencileri, öğretmenleri ve öğretmen adayları üzerinde hiçbir değişiklik yapılmadan kullanılabileceğini bildirmiştir.

Yarı-yapılandırılmış Mülakatlar

Uygulama sonunda her öğrenci ile tek tek BDİG-C Anketine verdikleri cevapları detaylandırmak için birebir ve yüz yüze mülakatlar yapılmıştır. Bu görüşmeler için Yarı Yapılandırılmış Mülakat Rehberi hazırlanmıştır (Bkz, Ek-2). Ancak mülakat sırasında öğrencilerin ön-son Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketlerini de okuması ve incelemesi fırsatı verilmiştir. Bunun için mülakat sırasında spontan gelişen sorular da sorulmuştur. Mülakatlar ile 1) Öğrencilerin bilimin doğasının öğretimi boyunca deneyimleri hakkındaki bilgileri ortaya çıkarmak, 2) öğrencilerin öğrenme kazanımlarını belirlemek, 3) öğrencilerin ankette verdikleri cevapların açıklanmasına izin vermek, 4) öğrencilerin bilimin doğası görüşlerindeki değişime engel olan içeriksel ya da kişisel faktörleri tanımlanması amaçlanmıştır. Mülakatta verilen bir kaç soru anketteki sorular ile benzerlik göstermektedir. Örneğin; bilim nedir? Teori ve kanun arasındaki fark nedir? Bu öğretim ile bilimin doğası hakkında ne öğrendiniz? Bilimin doğası görüşlerinizde bir değişim oldu mu? Nasıl? Olmadıysa niçin? gibi...(Ek-3).

Yazılı Geri Dönütler:

Her bir dersin sonunda bilimin doğası anlayışlarını ortaya çıkarmak için bütün öğrencilere o gün derste öğrendiklerini içeren sorular dağıtıldı (Ek-4). Bu soruların amacı, derste odaklanılan bilimin doğası anlayışlarının ve ne bildikleri arasındaki bağlantıları kurmada kolaylık sağlamaktır. Örneğin; “Bugün ne öğrendin?” “Bugün öğrendiklerinin kendi kelimelerle tanımlamak istersen nasıl tanımlarsın?” “Bugün öğrendiklerinde senin için farklı olan bir görüş var mı?” gibi.

Veri Toplama Süreçleri

BDİG-C Anketi, lise 3. sınıf öğrencilerine bilimin doğasının öğretiminden önce bilimin doğasına ilişkin anlayışlarını değerlendirmek için ön test, aynı anket öğretim sonunda öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarındaki değişiklikleri (eğer varsa) değerlendirmek için son test olarak kullanıldı. Öğrencilere anket sorularına cevap vermeleri için ortalama bir ders saati (45 dk) zaman verildi. Dersin sonunda anketler toplandı.

Ön ve son test olarak yapılan bu anketler öğrencilerle yapılan mülakatlarda kullanıldı. Mülakatlar sırasında öğrencilerin bu anketlerdeki sorulara verdikleri cevapları okuyarak yazdıkları ifadelerle bakmaları sağlandı. Ayrıca öğrencilere ön ve son test olarak yaptıkları bu anketlerde farklılıklar olup olmadığı soruldu. Çünkü yapılan görüşmelerde üzerinde durulması gereken noktalara her bir öğrencinin ön ve son test anketlerine verdikleri cevaplar da yön vermiştir. Çünkü görüşmeler sırasında öğrencilere bu anketlere verdikleri cevapları okumaları ve bunları açıklamaları istendi. Anketlere verdikleri cevaplar ile görüşme sırasındaki cevaplar arasında farklılık varsa bu farklılığın nedenleri soruldu ve açıklama yapmalarına izin verildi. Her bir öğrenci ile 40’ar dakikalık görüşme yapıldı. Her bir öğrenci ile görüşmeler sınıf ortamında ve okulda dersler bittikten sonra gerçekleştirildi. Bu görüşmeler öğrencilerin anketlere verdikleri cevapların sınırlarını belirlemek ve deneyimlerini ortaya koymak bakımından önemli bir fırsat sağladı. Yapılan tüm görüşmeler videoya çekildi ve video görüntüleri daha sonra izlenerek bütün görüşmeler yazılı olarak bilgisayara aktarıldı. Görüşmelerdeki ifadeler anketleri doğrulamada kullandığımız doğrulama kaynağına (Tablo 1) göre kodlandı. Her bir görüşme bir hafta içinde yapıldı. Görüşme örnekleri Ek-3’de verilmiştir.

Verilerin Çeşitlendirme (Triangulation) Dizaynı Metodu

Bu çalışmada açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı kimyasal denge konusunun öğretiminin lise öğrencilerinin bilimin doğası anlayışlarına etkisini ve öğretim sürecindeki deneyimlerini değerlendirmek için birçok veri toplama aracı kullanıldı. Eğer bir araştırmada doğru görüşlere sahip bulgular elde edilmek istenirse temel bir unsur olarak çeşitlendirme dizaynı metodu kullanılır. Cohen ve Manion (1994) çeşitlendirilmiş dizayn metodunu, bir çalışmanın ilginç birkaç yönü ile ilgili veri toplanmasında iki ya da daha fazla metodun kullanılması olarak tanımlar. Bu yöntemin çeşitli avantajları vardır fakat en önemli olan iki avantajı; 1) metodun sınırlı olmayan özelliğinin problemin üstesinden gelmeye yardımcı olması 2) tek bir metod kullanma, seçilen olgu ile ilgili yetersiz bilgi sağlayabilir ve bu durum sınırlı bir görüş ortaya koyabilir.

Bu çalışmada eğitim araştırmalarında kullanılan çeşitlendirme dizaynının birçok çeşidinin dışında metodolojik çeşitlendirme dizaynı, yani öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini ortaya çıkarmak için farklı metotlar ve araçlar kullanıldı. Özellikle ön ve son test olarak uygulanan bilimin doğası anketi, yarı-yapılandırılmış mülakatlar, yazılı geri dönütler, okuma parçaları ve tartışma soruları gibi.

Kısacası, bu çeşitlendirme dizaynı, bir tek noktayı işaret etmeden daha fazla öğrencinin bilimin doğası görüşlerinin karmaşıklığını, zenginliğini daha dolu bir şekilde açıklamak için kullanıldı. Ayrıca veri toplamada birçok kaynak kullanılması bulguların güvenilirliğini sağlamaya dönük de bir çalışmaydı.

Verilerin Analizi: Temellendirilmiş Kuram Veri Çözümleme Metodolojisi

Çalışmada elde edilen nitel verilerin analizinde temellendirilmiş kuram (grounded theory) veri çözümleme metodolojisi kullanılmıştır (Strauss ve Corbin, 1998). Hem bir nitel araştırma yöntemi hem de bir veri çözümleme yolu olan temellendirilmiş kuram geleneğinde ortaya koyulan veri çözümleme yöntemi, araştırmacıyı belirli düşüncelerle sınırlandırmadığı, anlamaya ve açıklamaya yönelik sistematik bir tümevarımsal yaklaşım içerdiği için nitel araştırma çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir. Denzin ve Lincoln'e göre (1998) temellendirilmiş kuram sosyal bilimlerde günümüzde en yaygın kullanılan veri analizi ve yorumlama stratejisidir. Temellendirilmiş kuram geleneğinde araştırmada bazı ön varsayımlarda bulunup bu varsayımları test etmek yerine açıklamaların verilerdeki düzenliliklerden açığa çıkarılmasına çalışılır. Böylece doğrudan verilerden açığa çıkarılan araştırmanın bulguları verilerle temellendirilmiş olur (Creswell, 1998; Strauss ve Corbin, 1998).

Temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisinde temel olarak yapılan işlem, veri birimlerini ayrıntılı bir şekilde incelemek, benzer içeriğe sahip veri birimlerini etiketlemek (kodlamak) ve verilerden açığa çıkan kavramları belirlemek, birbiriyle ilişkili kavramları kategoriler ve temalar şeklinde gruplandırmak ve açığa çıkan kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri önermeler şeklinde yorumlamaktır.

Bu süreç verilerden hareketle ilgilenilen sosyal fenomeni anlamlandırma ve açıklamaya yönelik hipotez ve teori oluşturmak için kullanılan tümevarımsal bir akıl

yürütme sürecidir. Temellendirilmiş teori açığa çıkarmakta dikkat edilmesi gereken iki husus sürekli karşılaştırma metodu (constant comparative method) ve teorik doygunluktur (theoretical saturation). Sürekli karşılaştırma metodu, veriler analiz edilirken açığa çıkan kodlar ve kategoriler ile veri birimlerini sürekli tekrar tekrar karşılaştırmayı ve kodlarda/kategorilerde gerekli değişikliklerin yapılmasını içerir (Strauss ve Corbin, 1998).

Sürekli karşılaştırma metodu veriler temel alınarak geliştirilen anlayışların ortaya çıkmasına yardımcı olur. Sürekli karşılaştırma metodu kullanılarak a) katılımcı cevaplarının kategoriler altında gruplandırılması, b) bu kategorilerdeki özelliklerin belirlenmesi ve c) kategoriler arasındaki olası ilişkilerin ipuçlarının belirlenmesi amaçlanır. Kategoriler doygunluğa eriştiğinde ve kategoriler arasındaki ilişkilerin ipuçları belirlendiğinde araştırmacı kategorileri ilişkilendirebilir, hipotez önerebilir ve hipotezlerden bir teoriye geçebilir (Glaser ve Strauss, 1967).

Temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisinde temel işlemlerden birisi verilerin kodlanması ve kategorilerin belirlenmesidir. Kod; etiket, isim veya nitelemedir. Kodlama ise veri gruplarına etiketlerin, isimlerin veya nitelemelerin verilmesidir. Temellendirilmiş kuramda kodlamanın amacı verilerin karmaşıklığını indirgemek ve soyutlama yaparak kavramsallaştırma yoluyla verileri anlamlandırmayı sağlamaktır (Strauss ve Corbin, 1998). Kodlama veri gruplarına anlam vermek amacıyla yapılır ve kodlama yapılarak verilerde açığa çıkan temaların ve örüntülerin belirlenmesi kolaylaşır.

Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi Analiz Süreci

Anketler iki ayrı bölüm halinde incelenerek tüm bu bölümlerde anketler, öğretim öncesinde ve sonrasında öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin profilini oluşturmak için analiz edildi. Bu analizde her bir öğrenci ayrı bir durum olarak değerlendirildi. Bu süreç bütün anketler için tekrarlandı. Ön ve son BDİG-C anketleri ayrı ayrı Lederman ve ark. (2002)'nin önerdiği prosedür takip edilerek analiz edildi. Anketlere verilen cevapların analiz edilmesinde Tablo 1'de (s. 13) verilen bilimin doğası anlayışları ve tanımlamaları analiz boyunca doğrulama kaynağı olarak kullanıldı. Her bir öğrencinin ön BDİG-C anketine verdikleri cevaplar incelendi ve öğrencinin

bilimin doğasına ilişkin ilk kavramlarını ortaya çıkarmak için özet bir profili oluşturuldu. Her bir anlayış “-“, “+”, “++” ve “+++” şeklinde puanlandı. “-“ öğrencinin cevabı yanlış ya da zayıf bir görüş içeriyor; “+”, öğrencinin cevabı bilinçli ve bilimin doğası anlayışını yansıtıyor; “++”, öğrenci kendi kelimeleri ile bilimin doğası anlayışlarını açıklayabiliyor; “+++”, öğrenci kendi kelimeleri ile bilimin doğası anlayışlarını açıklayabiliyor ve örnekler sunabiliyor. Öğretim sonunda yapılan son BDİG-C anketleri de aynı prosedür takip edilerek analiz edildi. Ön ve son anketlerden oluşturulan BDİG profilleri, bilimin doğası öğretimi sonunda öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki değişiklere (eğer varsa) karar vermek için karşılaştırıldı. Her bir öğrencinin cevaplarına dayalı bağıl bir değer verildi. Bütün öğrencilerin genel performansını belirlemek için bilimin doğasının her bir anlayışı için puanların ortalaması alındı.

Analizin ikinci bölümünde öğrencilerin anketlere verdikleri cevapların bir özetini oluşturmak için temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisi (grounded theory; (Strauss and Corbin, 1998)) kullanılarak kategoriler ya da örnekler araştırıldı. Birkaç kez kategori oluşturma, onaylama ve değişiklik yapma şeklinde veriler düzenlendi. Son olarak ön ve son anket cevapları, öğrencilerin tüm grup için görüşlerindeki değişiklikleri değerlendirmek üzere karşılaştırıldı. Anketleri değerlendirmek için kullanılan detaylı analiz prosedürleri Bölüm-4 ve Bölüm-5’de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Yarı Yapılandırılmış Mülakatlar ve Yazılı Geri Dönütler Analiz Süreci

Yarı yapılandırılmış mülakat cevapları ve yazılı geri dönütler, öğrencilerde bilimin doğası anlayışları ve gelişimini açıklayabilmek için tekrarlanan temaları ve kategorileri oluşturmak için temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisi (grounded theory) kullanılarak analiz edildi. Bu çalışmada ilk olarak öğrencilerin mülakatlardaki ve yazılı geri dönütlerdeki tanımlamalar, adlar ve sınıflamalar açık bir şekilde kodlandı ve tekstlerdeki tekrarlanan temalar tanımlandı. Aslında her bir satır, her bir cümle ve paragraf “Bu nedir?” “Burada neye değinilmiş?” şeklindeki tekrarlanan sorulara cevap bulabilmek için tekrar tekrar okundu ve incelendi. Verilerin kodlanmasından sonra alt temalar ve yapılan açıklamalar doğrultusunda ilişkili temalar

belirlenmeye çalışıldı. Bu işlem tümevarımsal ve tündengelimsel yoluyla gerçekleştirildi. Süreci kolaylaştırmak için ilişkilerin tüm çeşitlerine bakılmadan ziyade araştırma sorularımıza cevap olabilecek sebepsel ilişkilere odaklandık. Böylece genel ilişkilere odaklanan temel çerçeve içinde ortaya çıkan temalar seçildi. Çerçeve tekrarlayan temalardan ve elemanlardan oluşmaktaydı. Daha sonra kategoriye ve diğer tüm kategorilerle ilişkisini belirlemek için seçimli kodlama yapıldı. Burada temel fikir, tek bir ana temayı geliştirmektir. Bu prosedürdeki inanış, bilimin doğası gibi soyut kavramların anlaşılmasını ve gelişimini onaylamaya yardım etmektir. Sonunda öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ve gelişimine, açık-düşündürücü öğretim yönteminin etkisini değerlendirmek için tüm veriler değerlendirilmek üzere incelendi.

Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Daha önce belirtildiği gibi nitel araştırmalarda amaç, nicel araştırmalarda olduğu gibi temsili bir örneklemden bir evrene istatistiksel genellemeler yapmak değil, incelenen fenomeni anlamaya ve açıklamaya yönelik analitik genellemeler yapmaktır. Araştırmanın tasarımındaki ve odağındaki bu farktan dolayı nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliliğe yaklaşım, nicel araştırmalarda olduğundan daha farklıdır. Bu nedenle nitel araştırmanın güvenirlilik ve geçerlik açısından sorgulanabilmesi için öncelikle nicel araştırma geleneğindeki geçerlik ve güvenirlilik uygulamalarının nitel araştırma tasarımlarına aktarılabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Maxwell'e göre (1996) nitel araştırmalarda geçerlik; tanım, sonuç, açıklama veya yorumun doğruluğu veya güvenirliliği ile ilgilidir. Geçerlik bir sonuçtan ziyade bir amaçtır; asla kanıtlanabilen veya garanti edilebilen bir şey değildir. Geçerlik aynı zamanda görelidir: araştırmanın amaçları ve koşulları dikkate alınarak değerlendirilmelidir (Maxwell, 1996). Genel olarak toplanan verilerin ayrıntılı olarak raporlaştırılması ve araştırmacının sonuçlara nasıl ulaştığını açıklaması, nitel araştırmalarda geçerliğin önemli ölçütleri olarak kabul edilmekte ve araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Güvenirlilik ise, araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliğiyle ilgilidir. Araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilip edilemeyeceğine ve başka araştırmacıların aynı

veriyi kullanarak aynı sonuçlara ulaşp ulaşamayacağına ilişkindir (Yıldırım ve Şimşek, 1999).

Lincoln ve Guba (1985), nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirliği artırmak için bulguların kalitesinin inanılrlık (credibility, iç geçerlik), aktarılabilirlik (transferability, dış geçerlik), bağıllık (dependability, güvenirlik) ve onaylanabilirlik (confirmability, nesnellik) açısından açıklanması gerektiğini öne sürmüştür. Aşağıdaki kısımda bu araştırmanın inanılrlığı (iç geçerliği), aktarılabilirliği (dış geçerliği), bağıllığı (güvenirliği) ve onaylanabilirliği (nesnellik) açıklanmıştır.

İnanılrlık (İç Geçerlik)

İnanılrlık, nicel araştırma geleneğindeki iç geçerliğe karşılık gelmektedir. İnanılrlık araştırmacının bulgu ve yorumlarının gerçekliğe ve araştırmada yer alan katılımcıların görüşlerine uyup uymadığıyla ilgilidir. Araştırmanın geçerliği açısından verilerin yorumlanmasında önemli olan verileri araştırmacının nasıl algıladığı değil verilerin katılımcıların bakış açısından ne anlama geldiğini yorumlamaktır. Geçerli yorumlama önündeki başlıca engel araştırmacının katılımcıların bakış açılarını anlamak yerine kendi bakış açısından etkilenmesidir. Nitel araştırmalarda bulgularının gerçekliği yansıttığından ve anlamlı olduğundan emin olmak için çeşitli yollar önerilmiştir (Creswell, 1998; Lincoln ve Guba, 1985; Maxwell, 1996; Merriam, 1998). İnanılrlığı artırmak için araştırmacının rolüne, verilerin toplanması ve analiz edilmesindeki titizliğe, veri ve araştırmacı çeşitlemesine (triangulation) ve çalışmayı şekillendiren teorik inançlara özellikle önem verilmelidir.

Bu bölümde daha önce veri kaynakları ve veri toplama yöntemleri, araştırmacının rolü ve çalışmanın teorik çerçevesi ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Çalışmada analizlerin ve yorumların gerçekliği ve katılımcıların görüşlerini yansıttığından emin olmak için veriler olabildiğince kapsamlı bir şekilde toplandı. Yazılı olarak toplanan diğer verilerin yanı sıra çalışmada, katılımcıların bakış açıları ile ilgili tanımlamaların doğruluğundan ve tamlığından emin olmak için görüşmelerin video kaydı alındı ve bu kayıtlar birebir yazıya aktarıldı.

Nitel araştırmalarda inanılrlığı artırmanın bir yolu da çeşitleme (triangulation) yapmaktır. Çeşitleme araştırma sorularına yönelik toplanan verilerin farklı yöntemlerle elde edilmesi ve bu şekilde sağlanan bulguların inandırıcılığının test edilmesi için

kullanılmakta ve araştırma sonuçlarının farklı boyutlarda değerlendirilmesine ve anlamlandırılmasına yardımcı olmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 1999). Çeşitleme sayesinde herhangi bir veri toplama aracı ile elde edilen bulguların diğer veri toplama araçlarıyla derinlemesine kontrolü sağlanmaktadır.

Çeşitleme birden çok araştırmacı, veri kaynağı ve bulguları doğrulama yolu kullanma anlamına gelebilir (Denzin ve Lincoln, 1998; Merriam, 1998; Patton, 1990; Strauss ve Corbin, 1998). Patton’a göre çeşitleme araştırmada sistematik sapmayı/önyargıyı azaltma stratejisidir. Bu çalışmada geçerliği artırmak için veriler çeşitli kaynaklardan çeşitli metotlar kullanılarak toplandı ve böylece veri ve yöntem çeşitlemesi yapıldı; katılımcı verileri görüşmeler, açık uçlu soru formu ve katılımcıların günlüklerinden elde edildi. Yazılı dökümanların analiz sonuçları öğretmen adaylarıyla yapılan görüşmelerde sorulan sorularla kendilerine onaylatıldı. Verilerin toplanması ve analizinde bu farklı yöntem ve kaynaklardan ulaşılan bilgiler birbiriyle karşılaştırıldı ve tutarlılığı incelendi.

Tablo 4. İnanırlılık Kontrol Tablosu

Veriler uygun şekilde toplandı mı?	Evet
Veri kaynakları	Evet
Veri toplama metotları çeşitlemesi yapıldı mı?	Evet
Veri toplama sırasında “üye kontrolü” stratejisi kullanıldı mı?	Evet
Veriler yoğun, zengin ve derinlemesine miydi?	Evet
Veriler bütünlüğü içinde sunuldu mu?	Evet
Elde edilen tüm veriler analiz edildi mi?	Evet
Analiz sırasında verilerin herhangi bir kısmı göz ardı edildi veya çıkarıldı mı?	Hayır
Sadece araştırmacının teorisine veya bakış açısına uyan veriler mi seçildi?	Hayır
Gerçeklik araştırmacının görmek istediği şekilde mi yapılandırıldı?	Hayır
Araştırmacının amacı bir teoriyi kanıtlamak veya çürütmek miydi?	Hayır
Çalışma boyunca katılımcılar doğal olarak davranma ve konuşma özgürlüğüne sahip miydi?	Evet
Çalışma boyunca katılımcıların sadece belirli şekillerde davranmaları veya cevap vermeleri mi istendi?	Hayır

Taşar (2001) nitel araştırmalarla ilgili kapsamlı bir literatür derlemesi yaparak nitel araştırmalarda inanılrlık, aktarılablrlık ve bağılılık açısından değerdendirme kriterleri içeren kontrol tabloları geliştirmiştir. Tablo-4’de Taşar’ın (2001) inanılrlık ile ilgili kontrol soruları ve bu çalışma bağlamında bu soruların cevaplarının yer aldığı inanılrlık kontrol tablosu verilmiştir.

Aktarılablrlık (Dış Geçerlik)

Nitel araştırmalarda aktarılablrlık nicel araştırma geleneğindeki dış geçerlik (genelleneblrlık) kavramına karşılık gelir. Çalışmanın bulgularının diğer durumlara ne derece uygulanabilir olduğuylla ilgilidir. Nitel araştırmalarda temel amaç bir durumun derinlemesine anlaşılmasıdır ve araştırmanın bağlamı hakkında ayrıntılı bilgiler verilir. Bu bilgiler okuyucunun araştırmanın bağlamı ve araştırma bulgularının uygulanabileceği diğer bağlamlar arasında kıyaslamalar yapmasına imkân verir.

Tablo 5. Aktarılablrlık Kontrol Tablosu

Doğası gereği bu çalışmanın potansiyel bulguları sadece bu öğrenme durumu ile sınırlandırılmalı mı?	Hayır
Doğası gereği bu çalışma potansiyel olarak daha kapsamlı değeri olan anlayışlar sağlayabilir mi, daha kapsamlı bağlamlarla ilişkili midir?	Evet
Doğası gereği bu çalışmanın potansiyel sonuçları kolayca tüm bireysel öğrenme durumlarına genellenebilir mi?	Hayır
Doğası gereği bu çalışma farklı kurumlarda ve/veya farklı eğitim sistemlerinde başka bir yerde tekrarlanabilir mi?	Evet
Doğası gereği bu çalışmanın potansiyel bulgularının en azından belirli açıları istatistiksel teste ve genellemeye açık mıdır?	Evet
Katılımcıların zengin ve canlı bir tanımlaması yapıldı mı?	Evet
Çalışmanın bağlamının zengin ve canlı bir tanımlaması yapıldı mı?	Evet

Merriam’a göre (1998):

“Eğitimde çalışılan şeylerin değişken, çok yönlü ve son derece bağlamsal olması nedeniyle, toplanan bilginin bilgiyi kimin verdiğine ve araştırmacının bilgiyi almada ne kadar marifetli olduğuna bağlı olması nedeniyle ve nitel durum

çalışması tasarımının ön kontrollere imkân vermemesi nedeniyle geleneksel manada güvenilirliği sağlamak hayali olmanın ötesinde imkânsızdır.” (s.206)

Bu nedenle nitel araştırmalarda araştırmacı genellenebilirlik ile ilgili olarak yeterli tanımlamalar yapmalıdır ki okuyucu ilgilendiği durumla araştırmadaki durumun ne derece yakın olduğunu kıyaslayabilsin ve bulguların ne derece aktarılabileneğine karar verebilsin (Lincoln ve Guba, 1985; Merriam, 1998). Bu araştırmanın aktarılabilirliği hakkında karar verilebilmesi için araştırmanın tasarımı, araştırmanın bağlamı ve katılımcıları, veri toplama araçları, veri toplama süreci, verilerin çözümlenmesi ve yorumlanması ayrıntılı bir biçimde açık, tutarlı ve başka araştırmacılar tarafından da kullanılabilecek/incelenebilecek düzeyde tanımlanmıştır.

Tablo-5’de Taşar’ın (2001) aktarılabilirlik ile ilgili kontrol soruları ve bu çalışma bağlamında bu soruların cevaplarının yer aldığı aktarılabilirlik kontrol tablosu verilmiştir.

Bağlılık (Güvenirlik) ve Doğrulanabilirlik (Nesnellik)

Nitel araştırmalarda bağlılık nicel araştırma geleneğindeki güvenilirlik kavramına karşılık gelir. Araştırma bulgularının ne ölçüde tekrarlanabilir olduğuyla ilgilidir. Özdeş ortamları yaratmak ve aynı katılımcıları bulmak asla mümkün olmadığından nitel araştırmalarda geleneksel manada güvenilirliği sağlamak zordur. Güvenirliğe alternatif olarak Merriam (1998) bağlılık veya tutarlılığı önermiştir:

“Araştırmacı dışarıdakilerin aynı sonuçları elde etmesini beklemek yerine, toplanan veriler dikkate alındığında sonuçların anlamlı olduğuna - tutarlı ve bağlı olduğuna – katılmalarını ister. Bu durumda mesele bulguların tekrar elde edilip edilmeyeceği değil sonuçların toplanan verilerle tutarlı olup olmadığıdır.”

Nitel araştırmalarda doğrulanabilirlik ise nicel araştırma geleneğindeki nesnellığe karşılık gelir. Doğrulanabilirlik, araştırmanın bulgu ve yorumlarının araştırmacının hayal ürünü olup olmadığı, araştırmada öne sürülen iddia, bulgu ve yorumların veriler temel alınarak oluşturulup oluşturulmadığıyla ilgilidir. Bağlılık ve

doğrulanabilirlik nicel araştırma geleneğinde farklı kavramlara karşılık gelse de, nitel araştırmalarda her iki kriteri sağlamak için benzer teknikler kullanılır.

Nitel araştırmalarda araştırmacı güvenilirliği artırmak için bütün araştırma sürecini kayıt altında tutarak başka araştırmacıların bu süreci izleyebilmesini sağlar (Lincoln ve Guba, 1985). Bu açıdan bakıldığında, nitel araştırmalarda güvenilirlik meselesi çalışmanın ne kadar iyi belgelendirildiği ve sonuçların toplanan verilerle ne kadar tutarlı olduğu ile ilgilidir (Merriam, 1998; Yin, 2002).

Nitel bir araştırmada güvenilirliği sağlamanın bir diğer yolu araştırmacı çeşitlemesi, yani veri toplama ve veri analizini birden fazla araştırmacının yapmasıdır. Çalışmada veri toplama aşamasında sadece bir araştırmacı olsa da, veri analizi sırasında bu konuda deneyimli diğer araştırmacılarla işbirliği yapıldı, kodlama işlemi, kodlamalar ve kategoriler tartışıldı. Onların görüş ve önerileriyle hata kaynakları azaltılmaya ve çalışmanın güvenilirliği artırılmaya çalışıldı.

Tablo 6. Bağlılık Kontrol Tablosu

Veri toplama metotları ve araçları uygun şekilde belgelendi ve açıklandı mı?	Evet
Bağımsız bir uzman araştırmacının izini takip ederek bulguları doğrulayabilir mi?	Evet
Tüm bu tür çalışmalar tam olarak aynı sonuçları mı verecek?	Hayır
Sıkı bir şekilde araştırmacı çeşitlemesi var mıydı?	Hayır
Veri kaynakları çeşitlemesi yapıldı mı?	Evet
Veri toplama metotları çeşitlemesi yapıldı mı?	Evet
Verilerden elde edilen sonuçlar “güvenilir” (dependable) ve “tutarlı” mı?	Evet
Çalışmanın temelindeki teorik çerçeve açıkça açıklandı mı?	Evet
Çalışmanın bağlamı ve karakteristikleri yeterince tanımlandı mı?	Evet

Tablo-6’da Taşar’ın (2001) bağlılık ile ilgili kontrol soruları ve bu çalışma bağlamında bu soruların cevaplarının yer aldığı bağlılık kontrol tablosu verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları, veri toplama zamanı ve hangi veri toplama aracının hangi amaç için kullanıldığı Tablo-7’de sunulmuştur. Bütün toplanan veriler araştırma sorularına cevap bulabilmek için değerlendirilmiştir. Bundan sonraki bölümde anketlerin I. Aşama analiz sonuçları sunulacaktır.

Tablo 7. Veri Toplamaya Genel Bakış

Veri Toplama Amacı	Veri Toplamada Kullanılan Araçlar	Veri Toplama Zamanı
Öğretim öncesi öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin ilk görüşleri	BDİG-C Anketi	Mart, 2010
Öğrenme kazanımları, deneyimler, öğrenmeyi kolaylaştıran ya da engelleyen faktörler	Yarı yapılandırılmış mülakatlar, Yazılı geri dönütler, Alan notları	Nisan, 2010
Öğretim sonrası öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin anlayışları	BDİG-C Anketi , Yarı yapılandırılmış mülakatlar	Mayıs, 2010

BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE YORUMLAR

Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketinin Sonuçları

Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketlerinin iki aşamada analizi yapıldı. Birinci aşamada, Lederman ve arkadaşlarının (2002) önerdiği prosedürü kullanarak ön ve son anketlere verilen cevapların puanlanması yoluyla tüm öğrencilerin bir profili oluşturulmaya çalışıldı. İkinci aşamada, temellendirilmiş kuram veri çözümleme metodolojisi (Strauss, & Corbin, 1998) kullanılarak anket cevaplarında tekrarlanan temalar ve örnekler belirlenmeye çalışıldı. Bu bölümde anketlerin birinci aşama analizi sonuçlarına göre, her bir öğrencinin bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının profili sunulmuştur.

Öğrencilerin BDİG Profili

Öğrencilerin ön ve son Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketleri, öğrencilerin öğretimden önceki ve sonraki bilimin doğasına ilişkin profilini oluşturmak için ayrı ayrı analiz edildi. Araştırmacı ve bir başka fen eğitimi uzmanı, Lederman ve arkadaşlarının (2002) önerdiği prosedürü kullanarak ayrı ayrı ön ve son test anketlerin içerik analizi yürütüldü. Araştırmacı ve fen eğitimi uzmanı oluşabilecek farklılıkları gidermek için birlikte tartışarak sonuçlar karşılaştırıldı. Sonuçta her bir öğrencinin bilimin doğasına ilişkin anlayışlardaki bilinçli görüşlerin oranı hesaplandı. İki araştırmacının anketlere verdikleri puanlar arasındaki uyuma oranı özdeş (identical) prosedür (Chiappetta, Sethna, and Fillman, 1991) kullanılarak yapıldı. Daha sonra uyuma oranlarının yüzdesi bulundu.

Güvenirlilik için Cohen Kappa (K) yoluyla uyuma katsayısı bulundu. Kappa değeri; $K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c}$ formülü ile bulunur. K, Cohen Kappa; P_0 , iki gözlemci arasındaki uyuma oranı; P_c , iki gözlemci arasında rastgele oluşabilecek uyuma oranını göstermektedir. Chiappetta, Sethna, and Fillman (1991), kapa değerinin 0,73 veya üstünde olmasının, iki kodlayıcı arasında yüksek derece bir uyuma olduğunu gösterdiğini ifade etmiştir. Araştırmacılar, 0,73 değerini güvenirlik içinde kabul edilebilir bir değer olarak kabul etmişlerdir. İki araştırmacının her bir ön ve son anket için verdikleri puanlar arasındaki uyuma oranı yüzdesi ve Kappa değeri Tablo-8 ve Tablo-9’da verilmiştir.

Tablo 8’de öğretim öncesi öğrencilerin BDİG-C anketine verdikleri cevapların profili sunulmuştur. Her bir öğrencinin ön BDİG-C anketine verdikleri cevaplar incelendi ve öğrencinin bilimin doğasına ilişkin ilk kavramlarını ortaya çıkarmak için özet bir profili oluşturuldu. Her bir anlayış “-“, “+”, “++” ve “+++” şeklinde puanlandı. “-“ öğrencinin cevabı yanlış ya da zayıf bir görüş içeriyor; “+”, öğrencinin cevabı bilinçli ve bilimin doğası anlayışını yansıtıyor; “++”, öğrenci kendi kelimeleri ile bilimin doğası anlayışlarını açıklayabiliyor; “+++”, öğrenci kendi kelimeleri ile bilimin doğası anlayışlarını açıklayabiliyor ve örnekler sunabiliyor. Öğretim sonunda yapılan son BDİG-C anketleri de (Tablo 9) aynı prosedür takip edilerek analiz edildi. Ön ve son anketlerden oluşturulan BDİG profilleri, bilimin doğası öğretimi sonunda öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki değişiklere (eğer varsa) karar vermek için karşılaştırıldı. Her bir öğrencinin cevaplarına dayalı bağıl bir değer verildi. Bütün öğrencilerin genel performansını belirlemek için bilimin doğasının her bir anlayışı için puanların ortalaması alındı. Tablolara ilişkin analiz sonuçları, I. Aşama Analiz sonuçlarında ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

Tablo 8. Öğretim Öncesi Öğrencilerin BDİG'nin Profili

Öğrenci	Geçicilik	Deneyssel Temel	Özellik	Yaratıcılık	Sosyo-kültürel değerler	Gözlem-Çıkarım	Teori/Kanun	Toplam Puan (21)	Uyuşma Oranı (%)	Kappa değeri (K)	Bağıl değer
Ö1	+	+++	-	+++	-	-	-	7	85,7	,83	Zayıf
Ö2	++	++	+	+++	-	+	-	9	88,8	,92	Zayıf
Ö3	+	++	++	++	-	+	+	9	77,7	,71	Zayıf
Ö4	+	+	-	+++	+	+	+	8	87,5	,86	Zayıf
Ö5	+	-	+	+++	++	+	+	9	88,8	,87	Zayıf
Ö6	++	++	-	+	+	+	+	8	87,5	,86	Zayıf
Ö7	+	+	+	-	++	++	+	8	87,5	,86	Zayıf
Ö8	+	+++	++	+++	-	+	-	10	80,0	,75	Zayıf
Ö9	+	++	+	++	++	+	+	10	80,0	,75	Zayıf
Ö10	+	+	-	++	+	+	+	7	85,7	,83	Zayıf
Ö11	++	++	+	++	-	+	-	8	87,5	,86	Zayıf
Ö12	+	+	-	+	+	+	+	6	83,3	,79	Zayıf
Ö13	++	++	++	++	++	++	+	13	88,8	,87	İyi
Ö14	++	++	+	+	+++	++	++	14	72,7	,62	İyi
Ö15	+	+	+	++	++	++	++	11	83,3	,79	Orta
Toplam (45)	20 (%44)	25 (%55)	13 (%29)	30 (%67)	17 (% 37)	18 (%40)	13 (%29)				
Ortalama								9,1 (%43)	8,3	,81	

Tablo 9. Öğretim Sonrası Öğrencilerin BDİG'nin Profili

Adı	Geçicilik	Deneyssel Temel	Öznellik	Yaratıcılık	Sosyo-kültürel değerler	Gözlem-Çıkarım	Teori/Kanun	Toplam Puan (21)	Uyuşma Oranı (%)	Kappa değeri (K)	Bağıl değer
Ö1	++	+++	++	+++	++	+	+	14	85,7	,83	İyi
Ö2	+++	++	++	+++	++	++	++	16	88,8	,92	Çok iyi
Ö3	+++	++	+++	+++	+++	++	++	18	77,7	,71	Çok iyi
Ö4	++	+++	+	+++	+++	+	-	13	87,5	,86	İyi
Ö5	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	20	88,8	,87	Çok iyi
Ö6	++	+++	++	+++	+	+	+	13	87,5	,86	İyi
Ö7	+++	++	++	++	++	++	+	14	66,6	,50	İyi
Ö8	+++	+++	+++	+++	+	+	+++	17	80,0	,75	İyi
Ö9	++	+++	++	+++	++	++	+	15	80,0	,75	Çok iyi
Ö10	+	++	+	++	++	++	+	11	85,7	,83	Orta
Ö11	+++	+++	++	+++	+	+	++	15	87,5	,86	Çok iyi
Ö12	++	++	-	++	-	+	+	8	83,3	,79	Zayıf
Ö13	++	+	++	++	++	++	+	13	88,8	,87	İyi
Ö14	++	++	+	+	+++	++	++	14	72,7	,62	İyi
Ö15	+	+	+	++	++	++	++	11	83,3	,79	Orta
Toplam (45)	34 (%76)	35 (%78)	27 (% 60)	38 (%84)	29 (%64)	25 (%56)	22 (%49)				
Ortalama								14,1 (% 67)	82,7	,77	

BDİG-C Anketinin I. Aşama Analiz Sonuçları

Anketlerin I. aşama analizi boyunca her bir öğrenci ayrı bir durum olarak değerlendirildi. Her bir anketten elde edilen veriler her bir öğrencinin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinin bir özetini oluşturmak için kullanıldı. Çalışmamızın giriş bölümünde Tablo 1 (s. 13) olarak verdiğimiz bilimin doğası anlayışları ve tanımlamaları, analiz boyunca anketlere verilen cevapların değerlendirilmesinde doğrulama kaynağı olarak hizmet etti. Her bir anlayışın kodlanmasında; verilen cevabın zayıf olduğunu göstermek için “-“; cevaplarda bilimin doğasının sembolik bir ifadesi varsa “+”; öğrenci kendi kelimeleri ile ilgili bilimin doğası anlayışını açıklıyorsa “++”; öğrenci öğretim sırasında tartıştığımız örneklerle ve kendi kelimeleri ile bilimin doğası anlayışını açıklıyorsa “+++” kullanıldı. Aynı prosedür öğretim sonunda yapılan son anketlerde de bilimin doğası profilini oluşturmak için kullanıldı. Her bir “+”nın değeri 1, “-“nin değeri ise 0 olarak kabul edildi. Daha sonra tüm artılar (+) toplanarak her bir öğrencinin bilimin doğası anlayışlarına ait toplam puan elde edildi. Bu puanlar elde edildikten sonra, iki fen eğitim uzmanı tüm öğrencilerin her birinin BDİG profiline bağlı değer belirledi. Bu bağlı değerlerimiz; çok iyi, iyi, orta ve zayıf şeklinde tanımlandı. Ön testte, bağlı değerlerimiz, bilinçli görüş sunan ve bu görüşlerini örneklerle açıklayan öğrenci görüşlerine göre belirlendi.

Yukarıda bahsettiğimiz prosedürler doğrultusunda öğrencilerin öğretim öncesi ve sonrasındaki bilimin doğası anlayışlarındaki değişimi (eğer varsa) ortaya çıkarmaya çalışıldı. İlk olarak öğretim öncesi BDİG profilleri her bir öğrenci için tablo-8’de, öğretim sonrası BDİG profilleri ise her bir öğrenci için tablo-9’da sunulmuştur.

Tablo-8, öğrencilerin çoğunun öğretim öncesinde bilimin doğasına ilişkin anlayışlarda bilinçli bir görüşe sahip olmadıklarını göstermiştir. En yüksek toplam puan 30 (%67) ile yaratıcılık, en düşük toplam puan ise 13 (%29) ile öznellik ve teori/kanun’dur. Öğrencilerin ortalama puanı 9,1 (%43), iki araştırmacı arasındaki uyuma oranının ortalaması %84,3 ve Kappa değeri ise .81 olarak bulunmuştur. Kappa değerinin .73’den yukarı olması minimum iyi bir değer olarak kabul edilebilir.

Tablo-9, birçok öğrencinin öğretim sonunda bilimin doğasına ilişkin anlayışlarının geliştiğini göstermektedir. En yüksek toplam puan 38 (%84) ile yaratıcılık, en düşük toplam puan ise 22 (%49) ile teori/kanun olarak görülmektedir.

Öğrencilerin ortalama puanı 14,1 (%67), iki araştırmacının uyuşma oranının ortalaması %82,7 ve Kappa değeri ise. 77 olarak bulunmuştur. Kappa değerinin. 73'den yukarı olması minimum iyi bir değer olarak kabul edilebilir.

Bilimin Doğasına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Öğretim öncesi ve sonrası uygulanan Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi analizinden sonra her bir öğrencinin öğretim öncesi ve sonrası profili, açık-düşündürücü yaklaşımla hazırlanan öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı kimyasal denge konusunun öğretiminin bir sonucu olarak bilimin doğası görüşlerindeki değişimin (eğer varsa) derecesine karar vermek için karşılaştırıldı.

Tablo 10. Öğrencilerin ön-son BDİG-C Performansı

Adı	Ön-test	Bağlı değer	Son test	Bağlı değer
Ö1	7 (%33)	Zayıf	14 (%67)	İyi
Ö2	9 (%43)	Zayıf	16 (%76)	Çok iyi
Ö3	9 (%43)	Zayıf	18 (%86)	Çok iyi
Ö4	8 (%38)	Zayıf	13 (%62)	İyi
Ö5	9 (%43)	Zayıf	20 (%95)	Çok iyi
Ö6	8 (%38)	Zayıf	13 (%62)	İyi
Ö7	9(%43)	Zayıf	14 (%67)	İyi
Ö8	10 (%48))	Zayıf	17 (%81)	İyi
Ö9	10 (%48)	Zayıf	15 (%71)	Çok iyi
Ö10	7 (%33)	Zayıf	11 (%52)	Orta
Ö11	8 (%38)	Zayıf	15 (%71)	Çok iyi
Ö12	6 (%29)	Zayıf	8 (%38)	Zayıf
Ö13	13 (%62)	İyi	13 (%62)	İyi
Ö14	14 (%67)	İyi	14 (%67)	İyi
Ö15	11 (%52)	orta	11(%52)	Orta
Ortalama Puan	9,2 (%44)	zayıf	14,1 (% 67)	İyi

Daha sonra bütün öğrencilerin ön ve son anketlere verdikleri açıklamalar doğrultusunda her bir öğrenciye bağlı bir değer verildi. Tablo-10, öğrencilerin ön ve son anket performanslarını göstermektedir. Her bir öğrencinin, her bir anlayış için yüzde oranı 70 ve yukarı ise “çok iyi”, 60-70 arası ise “iyi”, 50-60 arası ise “orta” ve 50'nin altında ise zayıf şeklinde bağlı bir değer verildi.

Tablo-10 incelendiğinde, öğretim öncesinde bilimin doğası anlayışlarında yalnızca iki öğrencinin (%13,3) ”iyi”; bir öğrencinin (%6,7) “orta; diğer öğrencilerin (%80) “zayıf” olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Öğretim sonunda bilimin doğası anlayışlarında beş öğrencinin (%33,3) “çok iyi”; 7 öğrencinin (%46,6) “iyi”, iki öğrencinin (13,3), “orta” ve bir öğrencinin (%6,7) “zayıf” olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Burada Ö13 ve Ö14’ün öğretim öncesinde “iyi”olan bilimin doğası anlayışları öğretim sonunda da “iyi”olarak değerlendirilmiştir. Ö12 ve Ö15 ise iyi bir gelişim gösterememiş, Ö15 “orta” olan ilk görüşünde, Ö12 ise “zayıf”olan ilk görüşünü öğretim sonrasında da sürdürmüştür.

Öğretim sonunda öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin bireysel anlayışlarında önemli gelişmeler olduğu görülmektedir. Örneğin; Ö2, Ö3, Ö5, Ö9, Ö11 öğretim öncesinde bilimin doğası hakkında zayıf bir anlayışa sahipken öğretim sonunda bilimin doğasına ilişkin görüşlerde bilinçli bir anlayışa sahip oldukları görülmüştür. Sadece öğretim boyunca Ö12’nin zayıf olan ilk anlayışları değiştirilememiş ve öğretim sonunda da bilimin doğası hakkında zayıf görüşünü devam ettirdiği gözlenmiştir.

Tüm öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki gelişimin ortalamasına baktığımızda öğretim öncesi %44 iken öğretim sonrasında bu ortalama %67’e çıkmıştır. Öğretim öncesinde bu ortalamanın düşük çıkması öğrencilerin hemen hemen büyük bir çoğunluğunun bilimin doğasına ilişkin zayıf bir görüşe sahip olmaları ve cevaplarını açıklamak için ifadelerde verilen örneklerde başarısız olmalarıdır. Öğretim sonunda bilimin doğasına ilişkin anlayışlarda tüm öğrencilerin ortalamasında önemli bir gelişme olduğu görülmektedir. Bunun nedeni, öğretim sonunda öğrencilerin çoğunun bilimin doğasına ilişkin anlayışlarda bilinçli bir görüşe sahip oldukları ve bilimin doğası ile ilgili yaptıkları açıklamalarda kimyasal denge konusu ile ilgili örneklerden yaralandıkları görülmüştür.

Grup Performansı

Öğrencilerin her birinin bilimin doğası anlayışlarına ilişkin cevapları puanlandıktan sonra her bir anlayış için toplam puanı hesaplandı. Her bir anlayışın puan değeri üç (3)'tü. Bu yüzden her bir anlayış için toplam 15 öğrenci olduğundan toplam puan (3x15) 45 olarak alındı. Tablo-11, bilimin doğasının her bir anlayışının öğretim öncesinde ve sonrasındaki puanlarını ve yüzde değerlerini göstermektedir.

Tablo 11. Bilimin Doğası Anlayışlarında Grup Performansı

Bilimin Doğası Anlayışları	Öğretim Öncesi (45)	Öğretim Sonrası (45)
Yaratıcılık	31 (%69)	38 (%84)
Deneyssel Temel	25 (%55)	35 (%78)
Geçicilik	20 (%44)	34 (%76)
Gözlem-Çıkarım	18 (%40)	25 (%56)
Sosyo-kültürel değerler	17 (%37)	29 (%64)
Öznellik	13 (%29)	27 (%60)
Teori/Kanun	13 (%29)	22 (%49)

Tablo-11, öğrencilerin büyük bir kısmının öğretim öncesinde; bilimde hayal gücü ve yaratıcılığın rolü hakkında bilinçli bir görüşe sahip oldukları, bilimin bilimsel teori ve kanunlardan etkilendiği, kişisel değerlerin, gündemlerin ve önceki deneyimlerin bilim adamlarının çalışmalarını etkileyeceğini tanımlayan “Öznellik” anlayışında ve bilimsel teori ve kanunların işlevleri ve ilişkileri konusunda zayıf bir anlayışa sahip olduklarını göstermiştir.

Öğretim sonunda bilimsel bilginin değişebilirliği, bilimin deneysel doğası ve bilime hayal gücü ve yaratıcılığın rolü, bilime sosyal ve kültürel değerlerin etkisi anlayışlarında gelişmeler olduğu görülmektedir. Ancak öğrencilerin bilimsel teorilerin ve kanunların işlevleri ve ilişkileri konusunda zayıf bir görüşü devam ettirdikleri görülmüştür. Bütün öğrencilerin bilimin doğası anlayışları genel olarak değerlendirildiğinde bilimin doğasına ilişkin birçok anlayışta gelişmeler olduğu, öğrencilerin bu anlayışlar hakkından bilinçli bir görüşe sahip oldukları ve bu görüşlerini

kendi kelimeleri ve içerik konusu olan kimyasal denge konusu ile ilgili örneklerle açıkladıkları görülmüştür.

BDİG-C Anketlerinin II. Aşama Analiz Sonuçları

Anketlerin II. aşama analizinde, öğrencilerin cevaplarında tekrarlanan temalar belirlenmeye çalışılmıştır. Bu yüzden bu bölüm, anket cevaplarının daha ileri düzeyde yapılan bir analiz sonucunda ortaya çıkan sonuçları sunmaya dönüktür.

Öğrencilerin anket cevaplarındaki örnekleri ve tekrarlanan temaları ve tanımlamaları kategoriler halinde gruplandırmak için temellendirilmiş veri çözümleme metodolojisi (Strauss & Corbin, 1998) kullanılarak cevapların daha detaylı bir analizi yapılmıştır. İlk olarak öğrencilerin anketlere verdikleri cevaplar dikkatli bir şekilde incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Analizin bu ilk turundan sonra tekrarlanan temaları bulmak için özetler oluşturulmuştur. Elde edilen özetlerden oluşan temalar doğrulayıcı kaynağa göre (Tablo 1, s. 13) kontrol edilmiş ya da verilerdeki çelişkili ifadeler doğrulayıcıya göre düzenlenmiştir. Verilerin düzenlenmesi ve yaptığım bu çalışmadan tatmin olmak için tema oluşturma, onaylama ve düzenleme birkaç tur tekrarlanmıştır. Sonunda ön ve son anketlere verilen cevaplar, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarındaki değişiklikleri değerlendirmek için karşılaştırılmıştır. Burada çalışmaya katılan tüm öğrenciler bir grup olarak ele alınarak ön ve son anket cevaplarından ortaya çıkan temalar belirlenmiştir. Çalışmanın bu bölümünde bu temalar ve daha da açıklayıcı olması için öğrencilerin anket sorularına verdikleri cevaplardan alıntılar sunulmuştur.

Bilimin Doğasının Çeşitli Boyutları Yönünden Öğrenci Görüşlerindeki Değişimler

Bu bölümde, öğrencilerin ön ve son anketlere verdikleri cevaplardan bilimin doğasının çeşitli boyutları yönünden öğrenci görüşlerindeki değişimleri, bilimsel bilginin değişimi, bilimin doğasının deneysel temeli, teori ve kanun, gözlem ve çıkarım, öznellik, hayal gücü ve yaratıcılık, sosyal ve kültürel değerler başlıkları altında incelenmiştir.

Bilimsel bilginin değişimi.

Öğretim öncesinde on öğrenci bilimsel bilginin değişebileceğini sadece onaylamış, beş öğrenci de bilimsel bilginin değişebileceğini kendi kelimeleri ile açıklamıştır. Bu öğrenciler ifadelerinde yeni bilimsel bilgiler elde edildiğinde ya da gelişen teknoloji ile mevcut bilimsel bilgiler yeniden incelendiğinde teorilerin değişebileceğini ifade etmiştir.

....Bilim yaşayan bir canlı gibidir. Sürekli kendini yeniler. Bilim adamları deneyler yaparak yeni bilgiler elde edebilir. Bu yeni bilgiler ışığında bilimsel bilgiler değişebilir (Ö2).

Diğer bir öğrenci bilimsel bilginin değişebileceğini çünkü yeni teknolojiler, bilim adamlarının geğmişteki bilimsel bir bilgiyi farklı şekillerde araştırmalarına izin verdiğini belirten aşağıdaki ifadeyi yazmıştır:

....Bilimsel teoriler değişebilir. O zamanki dönemin koşullarına bağlı olarak gelişen bir teori zamanla teknoloji ile doğru orantılı olarak değişebilir (Ö13)

İki öğrenci, Ö10 ve Ö15, bilimsel teorilerin değişebileceğini, teorilerde kesinlik olmadığını ancak teoriler kanuna dönüşürse değişmeyeceğini ifade eden aşağıdaki cümleleri yazmıştır:

....Adı üstünde teori ispatlanmamış. Değişmemesi için kanun olması gerekir (Ö15.)

....Teoriler değişebilir, çünkü teorilerde kesinlik yoktur (Ö10).

Son testte onüç öğrenci mevcut bilgilerin yeniden incelenmesi ve daha ileri düzeyde yapılan bilimsel sorgulayıcı-araştırmalardan elde edilen yeni deneysel kanıtlar yoluyla bilimsel bilginin değişebileceğini ifade etmiştir.

....Bilim insanları tarafından geliştirilen bilimsel bir teori zamanla değişebilir. Çünkü başka bir bilim adamı o konu hakkında yaptığı deneysel çalışmalar sonucunda yeni kanıtlar bularak ya o teoriyi çürütebilir ya da o teoriyi geliştirebilir. Örneğin; Atom teorileri... (Ö1)

....Teoriler olgulara dayanır. Olgular yeni gözlem ve deney sonucunda elde edilen verilerle yeniden açıklanabilir. Bu yüzden teoriler de değişebilir (Ö9).

....Bilimsel bilginin değiştiği gibi teori de değişir. Çünkü teori de bilimsel bir bilgidir. Zamanın ilerlemesi ile yeni alet ve icatlar ortaya çıkıyor. Bu aletlerle yeni gözlem ve deneyler yapılarak yeni kanıtlar elde edilir. Belki teori tamamen çürütülemez ama geliştirilebilir (Ö7).

Öğrencilerin büyük bir kısmı bilimsel bir bilgi olan bilimsel teorilerin değişip değişmeyeceği sorusuna evet cevabı vermişlerdir. Birkaç öğrenci bu evet cevabını uygun bazı açıklamalar ve örnekler ile desteklemiştir. Bu açıklamalarda kanıtlamak, çürütmek, gerçeklik gibi terimler sürekli kullanılmıştır. Yeni teknoloji ve tekniklerle mevcut bilgilerin yeniden incelenmesi ile teorilerin değişebileceği belirtilmiştir. Ancak bu öğrencilerden bazıları kanunun, bilimsel bilginin bir türü olduğunu ve bilimsel bilginin değişebileceğini kabul etmesine rağmen teorilerin değişebileceği fakat kanunların kesinlikle değişmeyeceğini ifade etmiştir.

Bilimin Doğasının Deneysel Temeli.

Bilimsel bilginin deneysel doğasına ilişkin öğrenci anlayışlarını öğretim öncesinde incelediğimizde, öğrencilerden dokuzu, bilimsel bilginin doğal dünyadan elde edilen gözlemlere dayalı olduğunu belirtmiştir. Diğer beş öğrenci “deney nedir” ve “bilimi öğrenmek için deney yapmak gerekir mi” diye sorulan soruya verdikleri cevaplara baktığımızda; öğrencilerin deneyi gerçeği arama faaliyeti olarak gördükleri aşağıda verilen ifadelerden anlaşılmaktadır:

....Deney, merak edilen bir konuyu araştırmak için çeşitli materyallerle bir takım işlemler yapıp sonuca ulaşmaktır. Bir olayın gerçekliğine karar vermek için deney mutlaka gereklidir (Ö5).

....Bana göre deney, doğru olan bir şeyi başkalarına kanıtlamak için yapılır. Bilim kanıtlar, bu yüzden de deney gereklidir (Ö4).

....Deney bir kanıtlama sürecidir. Böylelikle deneyle elde edeceğimiz bulgularla gerçeği kanıtlayabiliriz (Ö7).

....Deney bir hipotezi doğrulamak amacı ile çeşitli argümanlarla yapılan gözlemdir. Bu yüzden deney gereklidir. Hiç bir bilimsel teori yoktur ki deneksiz ortaya çıksın(Ö8).

....Deney doğruya ulaşmamızı sağlayan bilimsel bir eylemdir. Bilimi öğrenmek için her zaman deney yapmaya gerek yoktur. Bazen düşünerek de doğruya ulaşabiliriz (Ö12).

Öğretim sonunda onüç öğrenci bilimin deneysel doğasına ilişkin bilinçli bir görüşe sahip oldukları görülmüştür. Aşağıda bilimin deneysel doğası ile ilgili bilinçli görüş sunan öğrencilerimizden birkaç öğrencinin görüşleri şu şekildedir:

....Fizik, kimya,biyoloji gibi alanlar olguların gözlemlenmesi sonucu elde edilen bilgilerden oluşur. Bu yüzden bu alanları diğer sorgulayıcı disiplinlerden ayıran en önemli fark bilimsel bilgilerin deney ve gözleme dayalı olmasıdır (Ö6).

....Bilim deney ve gözleme dayanır. Deney ve gözlemler sonucunda elde ettiğimiz veriler ışığında herhangi bir olayı gerekçeleri ile birlikte açıklayabiliriz (Ö9).

Öğretim öncesinde öğrencilerin büyük bir kısmı bilimi tanımlarken bilimin çağdaş görüşüne uygun olmayan ifadeler kullanmışlardır. Bu ifadelerin büyük bir kısmında bilimi, bilgi toplama çalışması olarak tanımlamışlardır. Sadece birkaç öğrenci bilimi bilmenin bir yolu olarak ifade etmiştir. Öğrencilerden hiç biri deneysel kelimesini, kelime olarak kullanmasına rağmen bilmenin bir yolu olarak kullanmamıştır.

Son teste birkaç öğrenci bilimi diğer disiplinlerden ayıran özellikleri birkaç örnekle ve açıklamalar ile ifade etmeye çalışmıştır. Fakat hiçbir öğrenci bilim ve diğer disiplinlerin farklı süreçleri olduğunu ya da aralarında kesin bir sınır olmadığını net bir şekilde ifade etmemiştir.

Hem ön hem de son testte öğrenciler bilimi diğer disiplinlerden ayıran en önemli farkın deney ve gözlem olduğunu ifade etmelerine rağmen bu öğrencilere göre; deney olmadan bilim; bilim olmadan deney olmaz ya da deney yolu ile elde edilmeyen bir bilgi bilimsel bir bilgi değildir şeklinde gözlemin sadece deneyi destekleyebileceğini

ifade etmişlerdir. Sadece gözlem yolu ile bilimsel bir bilginin elde edilemeyeceği şeklinde eksik bir görüş ortaya koymuşlardır.

Teori ve Kanun.

Öğretim öncesinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun bilimsel teori ve kanunlar hakkında bilinçli bir görüşe sahip olmadıkları görülmüştür. Bu görüşü ortaya koyan öğrenci görüşlerini incelediğimizde;

....Bilimsel bir kanun kapsamlı ve tamamen onaylanmış bir teoridir (Ö6).

....Teoriler doğruluğu kesin olmayan bilimsel bilgilerdir. Kanunlar ise doğruluğu kabul edilmiş bilimsel bilgilerdir (Ö3).

....Bana göre teori ile kanun arasında fark vardır. Kanun değişmez, teori değişir (Ö7).

....Bilimsel teori bilim adamlarının üzerinde çalıştığı bir konu hakkında açıklamalara dayalı çürütülebilir bilimsel bir bilgidir. Kanun ise ispatlanmış ve dünyada herkes tarafından kabul edilen bilimsel bilgidir (Ö12).

Bazı öğrenciler teorilerin zayıf bir bilimsel bilgi olduğunu, gerçekleri yeterince kanıtlamadığı şeklinde bir görüş ortaya koymuşlardır.

....Hipotezlerin geliştirilip ve gerçekliğinin kabul edilmesinden sonraki kısma teori denir. Teorilerin bilim adamı heyetince onaylanması ile kanunlara dönüşür. Kanun ve teori arasındaki fark, teori bir bilim adamının ortaya koyduğu bilimsel bir bilgidir. Kanun ise bilim adamlarından oluşan bir heyetin o teoriyi onaylaması ile oluşur (Ö15).

Öğretim sonunda öğrencilerin birçoğunda kanunun değişmeyeceği fikri bilimsel bilginin değişebilme özelliği konusundaki inanışları ile çelişkiye düşmektedir. Sonuçta kanun da bilimsel bir bilgidir. Bu durum bilimin geçici fakat dayanıklı doğasına izin verir. Öğretim sonunda ise yedi öğrenci teori ve kanunun bilimsel bilginin farklı türleri olduğunu, kanunların gözlenen ve algılanan olgular arasındaki ilişkileri tanımlarken teorilerinde bunları açıkladığını ifade eden cümleler yazmışlardır. Sadece iki öğrenci

teori ve kanunların işlevlerinin ne olduğu ve aralarındaki ilişkiyi hem kendi kelimeleri ile açıklamış hem de dersler boyunca tartıştığımız örneklerle desteklemiştir.

....Bilim adamları mevcut teoriler ışığında kendi bulgularını yorumlayabilir. Örneğin; evrenin ve insanoğlunun var olmasıyla ilgili birçok teori öne sürülmüştür. Bazıları insanın ve diğer tüm canların sudan meydana geldiğini ve canlıların farklı türede canlıları meydana getirdiğini; bazıları uzayda meydana gelen bir afet sonrası dünyaya bir şekilde geldiğimizi, bazılarına göre ise insanın maymundan türediğine dair teoriler mevcuttur. Her teori diğer bilim adamları tarafından bir önceki teori ışığında yorumlanır. Kanunlar tanımlar, teoriler ise açıklar (Ö8).

....Bilimsel bir kanun gözlemlenebilir olgular arasındaki ilişkileri tanımlamak için ya da teşhis etmek için kullanılır. Fakat açıklama yapmaz. Açıklamayı teoriler yapar. Kanunlar tanımlar. Bilimsel bilgi yeni veriler ışığında değişebilir. Kanun da bir bilimsel bilgi türü olduğuna göre kanunlar da yeni olaylar ya da geçmişteki hataları keşfettiğimiz zaman değişebilme özelliği gösterir”(Ö5).

Fakat Ö7, bilimsel bir bilginin değişebileceği konusunda bilinçli bir görüş sunarken kanunların değişip değişmeyeceği konusunda aşağıdaki ifadeyi yazmıştır:

....Bu öğretim boyunca uzun uzun kanunların değişebileceğini tartıştık fakat bana göre yanlış. Çünkü, teoriler mantık ve matematiksel olarak formüle edildikten ve doğru güvenilir sonuçlar elde edildikten sonra kanun olur. Kabul edilmiş bir kanunu da değiştirmek imkansızdır. Örn: evrim teorisi çürütülebilir ama yer çekimi kanunu çürütülemez.

Son testte öğrencilerin büyük bir kısmı bilimsel bilginin değişebileceğini ifade ederken bilimsel kanunların değişmeyeceğini çünkü doğruluğunun onaylandığını ifade etmişlerdir. Öğrenciler kanun ile teori arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu bilimsel bir kanunun kapsamlı ve tamamen onaylanmış bir teori olduğunu belirtmiştir.

Mumba (2005), öğrencilerin bilimsel teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve işlevlerini dört bakış açısı ile tanımlamıştır:

a) İkilik (Dualistic) bakış açısı: Bu bakış açısında öğrencilerin verdiği cevaplar teori ve kanunlar arasında bir ilişkinin olmadığını göstermektedir.

b) Bağlantılı (Interlocking) bakış açısı: Bu bakış açısına göre, öğrenciler bilimsel teori ve kanunlar arasında birbirine bağlı bir ilişki olduğunu kabul ederler. Ne bilimsel teorinin ne de bilimsel kanunun baskın bir rolde olmadığını varsayarlar.

c) Eşmerkezli (Concentric) bakış açısı: Bu bakış açısında öğrenciler, bilimsel teori ve kanunlar arasında net bir şekilde ilişki olduğunu fakat birinin diğerini kapsamadığını ortaya koyan görüş sunarlar.

d) Döngüsel (Cyclical) bakış açısı: Bilimsel teori ve kanunlar ayrılmaz bir bütün olarak kabul edilir. Öğrenciler teorilerin birkaç kez test edildikten sonra kanunlara dönüşebileceğini ortaya koyan görüşler sunarlar. Bilimsel kanunların tüm şartlarda ve tüm yapılan testlerden sonra başarısız olursa teorilere dönüşebileceği kabul edilir.

Bu çalışmada, öğrencilerin bilimsel teori ve kanunlar arasındaki ilişki ve işlevlerine ilişkin son ankete verdikleri cevaplardan, bilimsel kanunların bilimsel teorilerden derece olarak daha yüksek olduğunu, teorinin hipotezden, kanunun ise teoriden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Bir grup öğrencinin teori ve kanunları bilimin birer elemanı olduğunu, diğer grup öğrencilerin ise bilimin ayrılmaz önemli bir parçası olduğu şeklinde bir bakış açısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilere öğretimden önce “bilimsel teori ve kanunlar nedir? Aralarında nasıl bir ilişki vardır?” diye sordüğümüzda, bağlantılı ve döngüsel bir bakış açısına sahip oldukları görülmüştür. Öğretim sonunda birkaç öğrencinin bilimsel teori ve kanunlar ile ilgili bu açıları değişmezken öğrencilerin çoğunun bilimsel teori ve kanunlarla ilgili uygun anlayışlar geliştirdikleri gözlenmiştir (Erdoğan & Köseoğlu, 2010).

Gözlem ve Çıkarım.

Yapılan ön testte öğrencilerden yalnızca dördü gözlem ve çıkarım arasındaki farkı ortaya koyan bilinçli bir görüş sunmuştur. Çoğu öğrenci bilim adamlarının atomun yapısını görmeden bir model ortaya koyamayacaklarını belirtmiştir. Bu görüşlerini günümüzde atomların yüksek kapasitedeki mikroskoplarla görülebildiğini ve bu yüzden ders kitaplarında gösterilebildiği şeklinde desteklemişlerdir.

....Bilim adamlarına göre kendi bilgileri kesindir. Zaten bu atom modelleri kitaplara basılıyorsa ve kitaplarda okutuluyorsa gerçek olduğu için bu kitaplara basılmıştır (Ö3).

Ö14 ve Ö15 bilim insanlarının atomun yapısından kesin olarak emin olmadıklarını, atomun yapısı konusunda fikirlerinin değişebileceğini aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

....Bilim insanları atomun yapısından kesin olarak emin değildirler. Çünkü günümüze kadar bir çok atom modeli geliştirilmiştir. günümüzde ise Modern atom teorisini kullanıyoruz (Ö14).

Öğretim sonunda dokuz öğrenci gözlemlerin insan duyuları ve bu duyuların uzantıları yoluyla toplandığını, çıkarımların ise gözlemlerin yorumlanması olduğunu ifade etmiştir. Bundan dolayı bilim adamlarının aynı şartlarda aynı veriler elde etmelerine rağmen, farklı çıkarımlarda bulunabileceklerini belirtmişlerdir.

....Bilim insanlarının atomun yapısı konusundaki fikirleri değişebilir. Çünkü günümüze kadar çok değişmiştir. Gelişen teknoloji ve çağın değişimi ile farklı yorumlar ortaya çıkabilir. (Ö5)

....Bilim insanlarının atomun yapısı konusundaki fikirleri değişebilir. Çünkü yeni veriler, gözlemler ışığında yeni bilgiler elde edilebilir. Kanıtlanan her yeni bilgi bir önceki teoriyi çürütebilir ya da geliştirebilir (Ö7).

Son teste birçok öğrenci bilimsel bilginin değişebilirliği ve bilimde mutlak gerçeklik olmadığı fikri ile uyumlu görüşler sunmuşlardır. Bazı öğrenciler atomun yapısı konusunda deneysel kanıtlarla daha fazla bilgi elde edilebileceğini ifade eden bilimin deneysel kanıtlara dayalı olduğuna dair görüş de belirtmiştir. Bazı öğrenciler ise bilim adamlarının atomun yapısı konusunda emin olduklarını eğer emin olmasalardı atomun yapısını gösteren modellerin kitaplarda gösterilmeyeceğini belirten ifadeler kullanmışlardır.

Öznellik

Ön testte, oniki öğrenci bilimin objektif olduğunu, bilim adamlarının yaptıkları gözlemlerin yorumlanmasında, geçmiş deneyimlerinin ve bilgi birikimlerinin etkisi

olmadığını, eğer olursa taraflı bir yorum olacağını belirtmiştir. Öğrenciler, en iyi sonuçların elde edilebilmesi için bilim adamlarının tarafsız olması gerektiğini ortaya koyan ifadeler sunmuşlardır:

....Bilim gerçeği ya da doğruyu arama faaliyetidir. Bunun için bilim adamları gözlem ve deneyler yaparak veriler elde edip çıkarımlarda bulunurlar. Gerçek veya doğru tek olduğuna göre bilim adamları yapacakları araştırmalarda tarafsız olmak zorundadırlar (Ö2).

Öğretim sonunda, on öğrenci bilimsel bilgide öznelliğin rolü konusunda bilinçli bir görüş sunmuşlardır. Bilim adamlarının sahip olduğu değerlerin, gündemin ve geçmiş deneyimlerinin yapacağı bilimsel çalışmaları etkileyebileceğini ifade etmişlerdir.

....Bilim adamları uzman oldukları dallara göre araştırmalar yaparlar ve buldukları kanıtları da mevcut bilgilerini de katarak yorumlarlar. Bu durum yorum farklılıklarına neden olabilir (Ö5).

....Örneğin dinazorların neslinin tükenmesi konusunda aynı verilerden farklı açıklamalar elde edilmiştir. Bu duruma bilim adamlarının yaşadığı dönemin, çalıştıkları alanlardaki mevcut bilgi birikimlerinin, yaşanan zaman dilimindeki olayların etkisi olabilir. (Ö8).

Son testte öğrenciler, bilimin, halen kabul gören bilimsel teori ve kanunlar tarafından yürütüldüğünü ve bu kanun ve teorilerden etkilendiğini ifade eden bilinçli görüşler sunmuşlardır. Bilimde yeni soruların, yeni araştırmaların ve hatta bu araştırma sonucunda elde edilen verilerin yorumlanmasında mevcut teorilerden yararlanıldığını bu durumun bilimsel bilginin değişimine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Hayal gücü ve yaratıcılık

Önteste onbeş öğrenciden dördü hayal gücü ve yaratıcılığın bilimsel bilgiye etkisi konusunda bilimsel bilginin, gözlemler ve bu gözlemlerden elde edilen açıklamalar doğrultusunda oluştuğunu, buna da yaratıcılığın etkisi olmadığını belirtmiştir. Hatta bir öğrenci ifadesinde;

....Hayal gücü ve yaratıcılığı ile hareket eden hiçbir bilim adamı duymadım. O zaman herkes bilim adamı olurdu (Ö7).

Öğretim sonunda onbeş öğrencinin öndördü bilimsel bilginin insanın hayal gücü ve mantıksal düşünmesi sonucunda oluştuğunu belirtmiştir.

....Kimyasal denge konusunda Berthollett'in hayal gücü ve yaratıcılığını kullanarak yaptığı bir gözlemden elde ettiği çıkarımlar doğrultusunda ilk kez kimyasal dengenin bir kavram olarak ortaya çıkmasını sağlamıştır (Ö4)

Hem öntestte hem de sonteste öğrencilerin birçoğu bilimsel bilginin gelişiminde hayal gücü ve yaratıcılığın önemli bir etkisinin olduğunu ve bilim adamlarının yaptıkları araştırmaların bütün aşamalarında olmasa bile araştırmaların başlangıcında ve verilerin yorumlanmasında yaratıcılığı ve hayal gücünün kullandıklarını ifade etmişlerdir. Bununla birlikte birkaç öğrenci ise bilim adamlarının yaratıcılığı ve hayal gücünü sadece araştırmalarının plan ve dizayn aşamasında kullandıklarını belirtmiştir.

Sosyal ve Kültürel Değerler.

Ön testte, on beş öğrencinin dokuzu sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkileyip etkilemediği konusunda yeterli bir görüşe sahip olmadıkları görülmüştür.

....Eğer bilim sosyal, kültürel değerleri yansıtsaydı, her toplumun farklı kültür değerleri olduğu için ortaya farklı sonuçlar çıkardı. Bütün dünya tarafından ortak bir sonuç olmadığından kabul görmezdi (Ö2).

....Bilim evrenseldir. Her milletin kültürel ve sosyal değerleri farklıdır ve bunun kesinlikle bilimle alakası yoktur.”(Ö3)

Sontestte onbir öğrenci bilimsel çalışmaların toplumdan ve kültürden etkilendiği şeklinde bilinçli bir görüş sunmuşlardır. Kültürel değerlerin, sosyal yaşamın bilimin ne olduğuna, nasıl yürütüleceğine, nasıl yorumlanacağına ve nasıl kabul edileceğine etkisinin olduğunu şu ifadelerle açıklamışlardır:

....Bilim evrensel bir nitelik taşımasına rağmen toplumların değer ve yargılarına bağlı olarak kabul görmeyebilir. Bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilen araçlar, bir çok toplumda bunlar cin işi diyerek önceleri kabul edilmemiştir” (Ö4)

....Bence bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Çünkü az önceki dinazorların nesli ile ilgili bölüm bundan bahsediyor. Her iki grupta aynı problemten yola çıkıyor ancak farklı bilgilere ulaşıyor. Bu durum o dönemin sosyal, kültürel değerlerinden zaman diliminden etkilendiğini gösteriyor.” (Ö5)

....Bilimin sosyo kültürel değerleri yansıttığına inanıyorum. Örneğin eski Yunandaki toplum ve kültür değerleri insanları araştırmaya, sorgulamaya teşvik etmiş, bu yüzden bir çok bilim adamı ortaya çıkmıştır. Bilim alanında hızlı bir ilerleme kaydetmişlerdir.” (Ö14)

Öğrencilerin büyük bir kısmı, sosyal ve kültürel değerlerin bilimsel araştırmaları etkilediğini ifade etmiştir. Bir öğrenci bilimin içinde bulunduğu sosyal ve kültürel değerleri yansıttığını, dünyada herkesin aynı sosyal ve kültürel değerlere sahip olmadığı için bilimin evrensel olmadığını belirtmiştir. Fakat bu öğrenci dışındaki tüm öğrenciler bilimin evrensel olduğunu, çoğu zaman teoriler ve kanunlar yoluyla elde edilen bilimsel bilgilerin sosyal ve kültürel değerlerin önüne geçtiğini belirtmiştir.

Yarı Yapılandırılmış Mülakatların ve Yazılı Geri Dönütlerin Analizleri

Yarı yapılandırılmış mülakatlar ve yazılı geri dönütler, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ortaya koymak için Temellendirilmiş Kuram Veri çözümleme prosedürleri (Strauss & Corbin, 1998) kullanılarak analiz edildi. Bu prosedür bütün dokümanları kodlamak, ne olduğunu tanımlamak, sınıflandırmak ve temaları belirlemek şeklinde her bir satır, cümle, paragraf sürekli tekrarladığımız “Burada ne demek istemiş?” “Hangi noktaya vurgu yapılıyor?” sorularına cevap bulabilmek için tekrar tekrar okundu. Tüm bu dokümanlar öğrencilerin bu çalışmada bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını ortaya çıkarmada yardımcı oldu. Bu nedenle yarı yapılandırılmış mülakatların ve yazılı geri dönütlerin detaylı analizi sonucunda ortaya çıkan temaları şu başlıklar altında inceledik: 1) Öğrenme kazanımları 2) Bilimin doğasına ilişkin anlayışlardaki değişimler 3) Öğrencilerin bilimin doğası tanımlamaları 4) Bilimin doğasını öğrenmenin önemi 6) Bilimde ve bilimsel bilginin gelişiminde deney 6) Bilim ve evrensellik

Öğrenme Kazanımları

Öğrencilere bilimin doğası hakkında ne öğrendin? Bu öğretim boyunca sana farklı gelen görüşler, düşünceler var mıydı? Örnek verebilir misin? gibi sorulara öğrencilerin büyük bir kısmı öğretim boyunca sürekli sorguladıklarını, tartıştıklarını sonuçları kendi aralarında yorumlayarak çıkarımlar elde ettiklerini vurguladılar. Öğrencilerin bu görüşlerini ortaya koyan ifadeleri incelediğimizde;

Öğretmen: Bilimin doğasını kimyasal denge konusu ile birlikte işledik ve sen de bu derslere katıldın. Peki bana bu öğretim boyunca bilimin doğası hakkında ne öğrendiğini söyleyebilir misin? Bilimin doğasını niçin öğrenmemiz gerekir?

Ö1: Bunun bize faydalı olacağına inanıyorum. Çünkü kimyasal denge konusu boyunca yaptığımız araştırmalar, yaptığımız deneyler ve tartışmalardan önce sadece bilimin sözlük anlamının ne olduğunu öğrenip geçiyorduk. Şimdi ise bu kavramların ne olduğunu anlayarak, ilişkilendirerek öğrendik. Ayrıca hocam, bilimin doğası ile ilgili birçok şey öğrendik. Yani bilimsel bilginin değişebileceği, teoriler olsun kanunlar olsun bunların değişip değişmeyeceğini tartıştık.

Öğretmen: Biz bu derslerde kimyasal denge konusunu işlerken bilimin doğası ile ilgili birçok şey konuştuk ve tartıştık. Bu tartışmalarımızda senin ilgini çeken noktalar nelerdi?

Ö1: Hocam, teori ve kanun üzerinde tartıştık. Ben kanunun değişmeyeceğine inanıyordum. Bu zamana kadar böyle öğrenmiştik. O benim dikkatimi çekti. Bir de kimyasal dengede dengenin dinamikliği çok dikkatimi çekti.

Bir başka öğrenci:

Ö8: Bugüne kadar bilimsel bilginin kesin ve değişmez olduğuna ilişkin görüşlerimin bu öğretim sonunda bilimsel bilginin gelişebileceği ya da değişebileceği şeklinde değişmesi benim için oldukça ilginçti.

Öğrencilerin bir başka öğrenme kazanımı kimyasal denge konusunu oluşturan kavramların nasıl ortaya çıktığı ile ilgiliydi.

Ö4: Seçimli Benzerlik Teorisi ve Kütle Etkisi Kanunlarını bilmeme rağmen, nasıl, nereden, kim tarafından ortaya çıkarıldığını bilmiyordum. Bu kavramların nasıl ortaya çıktığını bilmek, bunları unutmamamızı sağlar. Çok güzel bir ders işleyiş tarzı...”

diyerek kimyasal denge konusu ile bilimin doğasına ilişkin anlayışların ilişkilendirilerek iç içe verilebileceğini ve kalıcı bir öğrenmenin gerçekleştirilebileceğini göstermiştir.

Başka bir öğrenci verdiği yazılı geri dönütlerde;

Ö5: “Bu öğretim boyunca bilim adamlarının yapmış olduğu araştırmalar sonucu ve bilime yapmış oldukları katkıyı görerek ve öğrenerek işledik. Bergman’ın ve Bertholet’in yapmış oldukları araştırmalar gerçekten çok ilginçti. Özellikle Bertholet’in tersinirlik kavramını yaptığı bir gözlem sonucunda ortaya çıkarması. Okul kitaplarında gösterilen grafiklerin bizzat kendi deney sonuçlarımızla çizip elde etmek ve bu grafik üzerine çıkarımlar yapmak çok güzeldi.”

Bu öğretim boyunca işlenen derslerin diğer işledikleri kimya derslerinden bir farklılığı olup olmadığına ilişkin sorular sorulduğunda;

Öğretmen: Bilimin doğası hakkında ne öğrendin? Neleri tartıştık? Sana ilginç gelen katılmadığın noktalar var mıydı?

Ö4: Bunlarla ilgili tartıştığımız konular kanun ve teorilerin değişebileceği konusunda çok tartıştık. Bu gerçekten güzeldi. Şöyle ki teorilerin ve kanunların değişebileceğini gördüm ve teorilerin ve kanunların ilginç deneyimler sonucunda ortaya çıktığını, hayal gücü ve yaratıcılık ile birlikte farklı gözlemler sonucunda ortaya çıktığını gördüm ve bu gerçekten güzeldi. Farklı bir tarzda dersler işledik ve anladığımı düşünüyorum.

Öğretmen: Peki sana göre bu derslerin farklılığı neydi? Biraz daha açar mısın?

Ö4: Daha önceden işlediğimiz derslerde sadece görünen kısmını işliyorduk. Yani nereden geldiğini neye dayandığını bilmiyorduk. Bunun sonucunda neleri elde ettiğimizi bilmeden sadece yüzeysel öğreniyorduk. Bi şeyler havada kalıyordu. Burada biz bilimin nasıl ortaya çıktığını teorilerin ve kanunların nasıl ortaya çıktığını kimyasal denge konusunu işlerken gördük. Bu çok güzeldi.

Bilimin Doğası Anlayışlarındaki Değişim

Yapılan mülakatlar ve yazılı geri dönütlerin analizinin amaçlarından biri öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarındaki değişimi ortaya koymaktır. Bunu yapabilmek için her bir öğrencinin öğretim öncesinde ve sonrasında anketlere verdikleri cevapları karşılaştırarak soruları belirledik ve öğrencilere sorduk. Öğrencilerin ön ve son anketlerini karşılaştırdığımızda onbeş öğrencinin onunda, bilimin doğası anlayışlarında değişim görüldüğü ve öğretimin değişime katkı sağladığı görülmüştür. Öğrencilerin bilimsel bilginin değişip değişmeyeceğine dair görüşlerini incelediğimizde öğrencilerin hemen hemen hepsinin öğretim sonunda bilimsel bilginin değişeceğine dair görüş belirttikleri görülmüştür. Öğrencilerin bu konudaki cevaplarından aşağıda alıntılar verilmiştir:

Öğretmen: Bilimsel bilgi değişir mi?

Ö7: Bilimsel bilgi elbette değişir. Yani o dönemin koşullarına, teknolojisine bakarak ileriki dönemlerde hımm.. Şuan ki bilgilerden daha farklı bir bilimsel bilgiye ulaşılabilir.

Öğretmen: Peki o zaman bilimsel teori ve kanunlar bilimsel bilginin bir parçası mıdır?

Ö7: Evet.

Öğretmen: Bilimsel bilgi değişirse kanun ve teoriler de değişebilir mi?

Ö7: Evet değişir.

Ö7, bilimsel bilginin değişebileceğini, kanunların ve teorilerin bilimsel bilginin bir parçası olduğuna göre bunların da değişebileceğini belirterek bilinçli bir görüş ortaya koymuştur.

Öğretmen: Bilimsel bilgi değişir mi?

Ö6: Bilimsel bilgi değişebilir.

Öğretmen: Peki o zaman bilimsel kanunlar bilimsel bilginin bir parçası mıdır?

Ö6: Bilimsel bilginin bir parçasıdır. Bilimsel bir bilgi deney, gözlem ve araştırmalar sonucunda elde edilir ve bu da kanunla ilişkilendirilebilir.

Öğretmen: Peki öğretim öncesinde bilimsel bilginin değişebileceğine inanıyor muydun?

Ö6: Hayır inanmıyordum. Bilimsel bilgi değişmez gözü ile bakıyordum.

Ö6, diğer arkadaşları gibi bilimsel bilginin değişimi konusunda bilinçli bir görüş ortaya koymuştur.

Bilimin Doğasının Tanımlanması

Öğrencilerle yapılan mülakatlarda bilimin doğasını nasıl tanımladıklarına baktığımızda;

Öğretmen: Peki tüm dersler ve yaptığımız grup tartışmaları sonucunda bilimin doğası nedir?

Ö1: Bir bilgiyi mesela nasıl desem evrenin mesela bütün insanları ilgilendiren çalışmalar ve bu sonucunda ortaya konan bilgiler bence bilimin doğasıyla ilgilidir.

Ö6: Bilimin doğası bilimdir. Bilim deney ve gözlemler yoluyla elde ettiğimiz bilgilerdir. Bu bilgilerin özellikleri de bilimin doğasıdır. Mesela; bilimsel bilginin değişebilir olması, kültürel değerlerden etkilenmesi.

Öğretmen: Nasıl yani?

Ö6: Bilim adamının yaşadığı çevre, anlayışı, yaşadığı dönem bilim adamının tarafsız olmasını engeller. Bu bilimsel bilginin bir özelliğidir.

Bilimin Doğasının Önemi

Öğrencilere bilimin doğasını niçin öğrenmeliyiz? Gerekli midir? diye sordüğümüzda öğrencilerin yazılı geri dönütlerde verdikleri cevapları incelediğimizde öğrencilerin bir kısmının bugüne kadar işledikleri kimya ile ilişkilendiremedikleri görülmüştür. Ö5'in yazılı geri dönütlerde verdiği cevapta bilim hakkında geleneksel bir görüşe sahip olduğunu göstermiştir:

....Bugün bilimde tahminin ve hayal gücünün önemli bir yere sahip olduğunu, bilim adamlarının ne kadar objektif olmaya çalışsa da milliyet, cinsiyet, etnik kimlik, yaş, politik görüş gibi düşüncelerden etkilendiklerini öğrendim. Bunları öğrenmekle kimya arasında bir bağ kuramıyorum. Kimya deyince aklıma direkt deneyler ve konuların işlenip testlerin çözülmesi geliyor. Bu konuların kimya ile olan alakasını anlayabilmiş değilim.

Bunun yanında Ö3, bilimin doğasını öğrenmenin insanı daha çok sorgulamaya ve araştırmaya teşvik ettiğini kendi cümleleri ile aşağıda verildiği gibi ifade etmiştir:

....Biz bilimi, bilim tarafsızdır, bilim hayal gücü ve sezgiden yararlanır, bilim tahmin eder şeklinde öğreniyorduk. Bu niye böyle, şu niçin böyle diye sorgulamıyorduk. Ancak bu derslerden ve grup tartışmalarımızdan sonra bu cümlelere neden, niçin, nasıl sorusunu soruyoruz ve cevap bulmaya çalışıyoruz. Sonuçta kimya da bilimsel bilgi konusu olup hep insanların merakını çekmiştir.

Bilimde ve Bilimsel Bilginin Gelişiminde Deney

Öğrenciler ile yapılan mülakatlarda birçok öğrencinin zayıf bir görüşe sahip olduğu görülmüştür. Lederman ve ark. (2002)'nin tanımladığı zayıf görüşe göre: “Deney gerçeğe ulaşma faaliyetidir. Bu nedenle elde edilen sonuçları doğru ya da yanlış olarak değerlendirilir. Deney bir hipotezi destekleme ya da çürütme faaliyetidir”

Ö3, “Deney belirli bir soruya cevap bulabilmek için yapılan bilimsel bir faaliyettir.” şeklinde bilinçli bir görüş belirtmiştir.

Bilimde deney gerekli midir sorusuna öğrencilerin içerik konusu olarak işlediğimiz kimyasal denge uygulamalarından örnekler vererek cevaplar sunmuşlardır:

Ö6: Bugün derste yaptığımız kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modeli deneyini yaptık. Bugüne kadar bilim adamlarının yapmış oldukları araştırmaları ve geliştirmiş oldukları teorileri gördük ve bu daha kalıcı ve daha bilgilendirici oldu. Bu iki bilim adamının (Berthollet ve Bergman) yapmış olduğu deney ve gözlemler gerçekten çok ilginç. Okul kitaplarımızda gördüğümüz grafikleri öğretmenimiz ile birlikte gözlemleyerek veri toplayarak kendimizin çizmesi bu konuyu daha kalıcı öğrenmemizi sağladı.”

Ö4: Bu ders çok eğlenceli geçti. Seçimli Benzerlik Teorisi ve Kütlenin Etkisi Kanunu gibi kavramları ilk defa duydum. Örneğin; Berthollett’in gözlem yolu ile tersinirlik kavramına ulaşması gerçekten çok ilginç. Bunların içeriklerini bilmemize rağmen nasıl, nereden ve kim tarafından ortaya çıkarıldığını bilmiyordum. Bu kavramların nasıl ortaya çıktığını bilmek, bunları unutmamak için çok güzel bir ders işleyiş tarzı.

Ö11: Bu şekilde deneyler yapılması benim için çok iyi oldu. Bilim adamlarının birbirlerinin araştırmalarını takip ederek kendi araştırmaları ile elde edilen veriler ışığında yeni bilgiler ortaya koyarak gelecek kuşaklara aktarıyorlar. Bizler bunları inceleyip, tartışarak bilim adamlarını belki de ilk defa bu kadar tanıdık. Ben kendimi bir labarotuar ortamında bilim adamı gibi hissettim.”

Ö1: Bilimsel bilginin kesin olmadığını, geliştirilen yeni teorilerle eski teorilerin çürütüldüğünü (biz bunu kimyasal denge kavramının ortaya çıkması sırasında gördük), bilimin açıklayamadığı konuları olduğunu, bilimin sürekli değişim ve gelişim içinde olduğunu, kesinliği olmadığını ama her geçen gün en doğru tahminlere yaklaşıldığını öğrendim.

Bu şekilde öğrencilerin içerik konusu ile birlikte bilimin doğası anlayışlarını tartışarak ve onların kendi aralarında konuşmalarına izin verilerek tartışmaları sağlandı ve bilimin doğası anlayışlarında farkındalıkları geliştirildi.

Bilim ve Evrensellik

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını ortaya çıkarmak için bilimin ne olduğu, diğer disiplinlerden ayıran özelliklerin neler olduğu, evrensel olup olmadığı gibi sorular sorduk. Öncelikle öğrencilere bilim nedir diye sordüğümüzda;

Ö15: İnsanlığa evrene yarar sağlayabilmek, insanların akıllarındaki soru işaretlerini giderebilmek ve doğruyu, gerçeği bulabilmek için yapılan deney ve gözleme dayalı faaliyetlerdir.

diyerek bilimi gerçeğe ulaşma faaliyeti olarak tanımlayarak zayıf bir görüş ortaya koymuştur.

Ö9: Var olanı olması gerektiği gibi açıklayan, olguya dayanan bilgi topluluğudur” şeklinde bilinçli bir görüş ortaya koymuştur.

Sorgulayıcı bilimsel disiplinler olan fizik, kimya, biyolojinin diğer sorgulayıcı disiplinler olan din, felsefe gibi sosyal bilimlerden veya matematikten farkı nedir? diye sordüğümüzda ;

Ö3: Din ve felsefe kişiden kişiye değişir. Fakat fizik, kimyanın konuları evrenseldir. Herkes tarafından aynı bilinir.”

Ö5: Sorgulayıcı bilimsel disiplinler olan fizik, kimya, biyoloji diğer disiplinlerden ayıran en önemli özelliği deney ve gözleme dayalı olmasıdır.

şeklinde tanımlamıştır. Öğrencilerin büyük bir kısmı bilimin deney ve gözlemlere dayalı olduğunu, diğer disiplinlerden ayıran en önemli özelliğinin bu olduğunu ifade etmişlerdir.

Bilimin evrensel olup olmadığı, sosyal ve kültürel değerlerin bilime etkisinin olup olmadığı sorulduğunda öğrencilerin büyük çoğunluğu bilimin evrensel olduğunu ortaya koyan görüş sunmuşlardır:

Ö3: Bence bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtır. Çünkü bir anketteki bir soruda dinazorların nesli ile ilgili bölüm işte bu durumdan bahsediyor. Her iki grupta aynı konudan yola çıkıyor ancak farklı sonuçlara ulaşıyor. Bu da dönemin sosyal, kültürel değerlerinden, zaman diliminden etkilendiğini gösteriyor.

Öğrencilerin bilimin doğasına ilişkin bu anlayışlarını deney nedir? Bilim için deney gerekli midir? Bilim evrensel midir soruları ile ortaya çıkarmaya çalıştık. Öğrencilerin bu sorulara verdiği aşağıdaki cevaplara bir göz atarsak:

Öğretmen: Deney nedir?

Ö1: Bir bilgi hakkında ortaya kanıtlar koyabilmek için çeşitli araç gereçlerle ve uygulamalarla yapılan çalışmalar deney denir.

Öğretmen: Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir?

Ö1: Bence gereklidir. Deney sayesinde bilimsel bir bilginin doğruluğu kanıtlanabilir. Yapılan her bir deney ile üzerinde çalışılan bilgi daha da geliştirilir.

Ö1, bilimin deneyler yoluyla toplanan kanıtlardan oluşan bilimsel bilgileri ve deneyleri kapsadığını belirten bilinçli bir görüş sunmuştur.

Bilimin evrenselliği konusunda on öğrenci bilimsel bilginin evrensel olduğunu, dünyanın birçok farklı bölgesinde farklı sosyal ve kültürel değerlere rağmen bilimsel

teori ve kanunlarının geçerli olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin Ö5 bu görüşü destekleyen bir açıklama yapmıştır:

Ö5: Bilim evrenseldir. Eğer bilim sosyal ve kültürel değerleri yansıtıyorsa farklı sosyal ve kültürel değerlere sahip toplumlarda farklı sonuçlar çıkarırdı. Bütün dünya için ortak bir sonuç olmazdı. Bilim ve bilimsel bilgi evrensel olduğundan bütün insanlar için ortaktır. Bilimde bulunan yeni bir buluş bütün dünyayı etkiler.

Diğer beş öğrenci dünyada farklı sosyal ve kültürel değerlere sahip birçok toplum olduğundan bilimin evrensel olmadığını ifade eden zayıf bir görüş sunmuştur. Örneğin;

Ö2: Bilim içinde bulunduğu toplumun sosyal ve kültürel değerlerini yansıtır. Dünyada herkes aynı sosyal ve kültürel değerlere sahip olmadığı için bilim evrensel değildir.

BÖLÜM 5

TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, bir fen bilimleri dersinde açık-düşündürücü yaklaşımla hazırlanan öğretim dizini ile bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarına etkisini ölçmek ve tanımlamaktır. Sonuçlar, bu öğretim uygulamasının öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarında gelişmeler olduğunu göstermiştir. Bilimin doğasına ilişkin bilimsel bilginin değişimi, bilimin deneysel temeli, bilimsel teori ve kanunlar, bilimde gözlem ve çıkarımın rolü, öznellik, hayal gücü ve yaratıcılık, bilimin sosyo-kültürel değerlerle ilişkisi gibi anlayışlar konusunda öğrencilerin sahip olduğu görüşleri öğretim öncesinde ve sonrasında inceledik. Çalışmanın başında yapılan anketler sonucunda öğrencilerin (%80) büyük bir kısmının bilimin doğasına ilişkin anlayışlarında zayıf bir görüşe sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlar daha önce ilk ve ortaokul öğrencileri arasında yapılmış olan bilimin doğası görüşlerinin değerlendirilmesi ile tutarlılık göstermektedir (BouJaoude, 1996; Smith et. al., 2000; Meichtry, 1992).

Öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarının gelişiminde önemli bir rol oynayan bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretimi ve öğrenimi açık-düşündürücü bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle bu tez çalışmasında hazırladığım öğretim dizini üç temel düşünceye göre düzenlenmiştir. Birincisi, bu dizin açık-düşündürücü yaklaşım benimsenerek hazırlanmıştır. Bunun için öncelikle açık bir şekilde bilimin doğası odaklı kazanımlar belirlenmiştir. Bu kazanımlar, bilimsel bilginin 1) değişebilirliği, 2) deneyselliği, 3) teori yüklü olması, 4) insan hayal gücü, yaratıcılığı ve yorumunun ürünü olması ve 5) sosyo-kültürel değerlerle iç içe olması gibi özelliklerdi. Ayrıca gözlem ve çıkarım arasındaki fark, teori ve kanunlar arasındaki ilişki, bunların işlevleri ve gelişimleri ile ilgili kazanımlar bilinçli bir şekilde verilmeye çalışıldı. Açık-düşündürücü yaklaşım, tartışmalar yoluyla öğrencilerin dikkatini bilimin doğası

anlayışlarına çekmek için gereklidir. Bu araştırmada, öğrenciler tarafından yapılan açık-düşündürücü tartışmalar için verilmesi gereken sürenin önemi vurgulanmaktadır. Öğretim boyunca bilimin doğası anlayışları hakkındaki her bir etkinlikte açık-düşündürücü tartışmalar için yeterli süre verilmiştir. Çünkü açık-düşündürücü uygulamalarda sınıf ve grup tartışmaları için mutlaka gerekli zaman ayrılmalı, öğrenciler bulgularını anlatmalı ve bunları buldukları veriler ile desteklemelidir. Buna ek olarak öğretmenlerde bilimin doğası hakkında bilinçli anlayışa sahip olmalı ve öğrencilerin yaşadıkları deneyimleri yansıtmalarına fırsat verilen etkinlikler hazırlanmalıdır. İkincisi, bilimin doğası anlayışları, içerik konusu olan kimyasal denge konusu ile birlikte harmanlanarak öğrencilerin bilimin doğası hakkında düşüncelerini sağlayacak sorgulayıcı-araştırmaya dayalı etkinlikler, gösterimler, örnekler ve açıklamalar şeklinde verilmiştir. Üçüncü olarak, bilimin doğasının öğretimi kavramsal değişim yaklaşımına göre öğrenme çerçevesinde gerçekleştirilmiştir (Abd-El-Khalick & Akerson, 2004). Öğrencilerin, hazırlanan öğretim dizini içinde verilen bilimin doğası anlayışlarını, sınıf tartışmalarının açık bir bileşeni olarak kullanması sağlanmıştır. Sınıf tartışmaları, öğrencilerin anlayışlarını geliştirmek için yeni kavramlar ile mevcut kavramlar arasında bağlantı kurmalarını sağlayacak birçok fırsat sağlayabilir ve öğrencilerde etkili bir kavramsal değişim ve daha anlamlı bir öğrenme gerçekleşebilir. Bu kapsamda kimyasal denge konusu ile ilgilenen bilim adamlarının yaşamlarından kısa bölümler halinde tanımlanan tarihi hikayeler (vinyetler), sorgulayıcı-araştırma etkinlikleri, kavram haritaları ve yazma çerçeveleri gibi çeşitli kavramsal değişim stratejileri kullanılarak öğrencilerin hedeflenen bilimin doğası anlayışları hakkında düşünceleri, tartışmaları, açıklama yapmaları sağlanmıştır.

Ayrıca, bu çalışma, öğretmenlere bilimin doğası odaklı fen içeriğinin öğretimi ile ilgili dizinlerin ve materyallerin nasıl dizayn edilebileceği ve bilimin doğası ile ilgili anlayışların kimyasal denge konusu kapsamında verilen örnekler, etkinlikler, açıklamalar ve gösterimlerle nasıl sunabileceği gösterilmeye çalışılmıştır. Böylece öğrencilerin hem açık-düşündürücü etkinliklere katılarak hedeflenen bilimin doğası anlayışlarının gelişimi hem de kimyasal denge konusunun daha iyi anlaşılması sağlanmıştır. Bu nedenle bu çalışma; fen öğretmenlerinin, bilimin doğasının içeriğini öğrenmelerine ve bilimsel kontekst içinde bilimin doğasının açık-düşündürücü yaklaşımla müfredatla uyumlu bir şekilde nasıl verilebileceği konusuna ışık tutacaktır.

Bu çalışma, öğrenci kazanımları açısından, bilimin doğası anlayışlarının içerik konusuna entegre edilerek verilmesinin yalnızca fen içerik konusunun verilmesinden daha etkili olduğunu göstermiştir. Çünkü öğrencilere öğretim boyunca işlenen derslerin diğer işledikleri kimya derslerinden bir farklılığı olup olmadığına ilişkin sorular sorulduğunda öğrencilerin büyük bir kısmı öğretim boyunca sürekli sorguladıklarını, tartıştıklarını, sonuçları kendi aralarında yorumlayarak çıkarımlar elde ettiklerini vurgulamışlardır. Öğrenciler öğretim boyunca bilim adamlarının yapmış olduğu araştırmaları ve bilime yapmış oldukları katkıyı görerek ve öğrenerek işlediklerini, okul kitaplarında gösterilen grafiklerin bizzat kendi deney sonuçları ile çizip bu grafik üzerine çıkarım yapmalarının ilginç olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenciler kimyasal denge konusunu işlerken neyin nasıl ortaya çıktığını, bilimsel teorilerin ve kanunların ne olduğunu irdeleyip sorgulayarak arkadaşları ile tartıştıklarını ve farklı bir bakış açısı geliştirdiklerini ve daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Bu yüzden bu öğretim, öğrencilerin öğrenme ve düşünme açısından farklı bakış açısı geliştirerek bilime karşı pozitif bir tutum geliştirmelerini sağlamıştır. Fakat yine de öğretim boyunca bilimin doğası anlayışları hakkında yazma ve düşünme fırsatları sürekli tekrarlanmasına rağmen her bir öğrencinin öğrenme çıktılarında farklılık olduğu görülmüştür.

Öğretim öncesinde öğrencilerin büyük bir çoğunluğu tek bir bilimsel metot olduğuna ve bu metotlarında belli bir mantıksal hiyerarşi içerisinde basamak basamak uygulandığına inandıkları görülmüştür. Yine öğretim öncesinde öğrencilerin tamamı kanunlar ve teorilerin işlevleri ve aralarındaki ilişki konusunda sınırlı bir anlayışa sahip oldukları tespit edilmiştir. Birçoğu kanunlar ile teoriler arasında hiyerarşik bir ilişki olduğuna, teorilerin deneysel sonuçlarla doğrulanırsa kanunlara dönüşebileceğine inandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin hemen hemen hepsi kanunların kesin olduğuna dair görüş sunmuşlardır. Öğrenciler yeni bilgiler ya da yeni teknolojiler ışığında teorilerin değişebileceği konusunda görüş belirtirken bu görüş bilimsel bilginin geçiciliği ile uyumlu idi. Bu ve benzer sonuçlar; bilimin doğasının bazı anlayışlarını bilinçli hale getirmek için lise öğrencilerinin yardıma ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, açık-düşündürücü yaklaşımla bilimin doğası odaklı fen içeriği öğretiminin lise öğrencilerinde bilimin doğasına ilişkin anlayışları bilinçli hale getirmede etkili olduğunu göstermiştir. Bu yaklaşım hem içerik konusunun anlaşılmasının yanında öğrencilerde bilimsel bilginin değişimine, bilimde gözlem, çıkarım, hayalgücü ve yaratıcılığın rolü ile ilgili anlayışların bilinçli hale gelmesini

sağlamıştır. Bu sonuçlar McComas (1993), Meichtry (1992) ve Moss et. al. (1998) çalışmaları ile de uyumluluk göstermektedir. Üstelik öğrencilerin bilimin doğası anlayışları ile kimyasal denge konusu arasında birçok noktada bağlantı kurabildikleri sadece anket cevaplarından değil, aynı zamanda yazılı geri dönütlerden, mülakatlardan ve yazılı sınavlardan tespit edilmiştir.

Ayrıca cevaplanması gereken diğer bir konu, öğrenciler okul fen sınıflarında öğrendiklerini, kişisel ve toplumsal bilgiye ilişkin kararlar vermede kullanabiliyorlar mı? Çünkü bu sorunun cevabı bilimsel bir okuryazar toplum oluşturma'nın temel amacıdır. Günlük hayatın zorlukları ile başa çıkmak için bilmek, öğrenmek, bilim ve teknolojinin kullanımı kapasitesi, fen eğitiminin en çok istenen sonuçlarıdır. Bilimin doğası öğretimi yoluyla, öğrencilerimizin çevre ve toplum içindeki rolünün bilincinde, daha iyi vatandaşlar olacağına inanılmaktadır. Sonuçta amaç, gelecek nesiller için dünyamızı korumaktır. Bilimsel okuryazarlık ve bilimin doğası arasında ima edilen bu ilişki yüzünden, dünyanın her tarafındaki fen eğitimcileri, öğrencilerin bilimin doğası anlayışlarını desteklemek için doğru fen müfredatlarının geliştirilmesini ve uygulanmasını öne sürmüşlerdir (Martin ve ark., 2000; McComas & Olson, 2000). Eğer bilimsel okuryazarlığın temel bileşeni olan bilimin doğası teması müfredatlarda yeterince vurgulanırsa öğrencilerimizi gelecek yıllara hazırlamada bilimsel okuryazarlığın uygun bir düzeyini geliştirmek için bir fırsat sağlayabilir. Ayrıca bilimin doğasının öğretimi öğrencilerde bilimin kısıtlamalarını anlamaya yardım ederse bilime ve fen derslerine karşı gelişen ilgisizliği ve düş kırıklığını azaltabilir. Böylece öğrenciler kazandıkları bilgileri, zihinsel ve el becerilerini yeni durumlara aktarabilir. Ayrıca öğrenciler okul yaşamlarında bilimin önemini kavrarlarsa okul sonrası hayatlarında da bilimsel bilgiyi elde edebilirler ve hayatlarında verecekleri kararlarda bu bilgiyi kullanabilirler. Ancak bu noktada bilim komiteleri içinde bilimin doğasının müfredatlarda olması gerektiğine dair genel bir görüş olmasına rağmen bu konunun nasıl doğru ve uygun bir şekilde sınıf uygulamalarında yapılması gerektiğine dair tartışmalar devam etmektedir (Bell, R., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., McComas, W. F., & Matthews, M. R., 2001) Gözden kaçırılmaması gereken bir konu da fen eğitimi alanında yapılan bu reformların başarılı olabilmesi için anahtar bir rol oynayan öğretmenlerin etkili bir bilimin doğası öğretimini gerçekleştirebilmesi için bilimin doğası anlayışlarında bilinçli görüşlere sahip olması gerekir. Bunun için öğretmenlere bilimin doğası ile ilgili hizmet içi eğitimler verilmelidir. Bu hizmet içi

eğitimlerde öğretmenlerin bilimin doğasının içerik konusu ile nasıl verilebileceği ile ilgili öğretim dizinleri ve materyal geliştirmelerine fırsat sağlayacak eğitim ortamları oluşturulmalıdır.

Bu çalışmanın bulgularından biri de ülkemizde lise sınıflarındaki fen öğretimi uygulamalarının, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışlarını bilinçli bir şekilde geliştirmede yeterli olmadığını göstermektedir. Bu çalışma bu konu ile ilgili yapılan diğer ülkelerdeki çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Moss, 2001; Schwartz et al., 2001). Çünkü öğrenciler ile mülakatlar sırasında yaptığım görüşmelerde fen derslerinde çok fazla bilgi bombardımanı olduğunu ve deneylere çok az zaman ayırdıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenciler, yaptıkları deneyleri öğrendiklerinin doğrulama kaynağı olarak gördükleri tespit edilmiştir. Fen derslerinde temel bir varsayım olarak öğrencilerin “bilim yaparak” bilimin öğrenileceği şeklinde bir inancıya sahip oldukları görülmüş ve Lederman’ın (1998) dediği gibi “böyle bir beklenti nefes almak için nefes alma mekanizmasını anlamının gerekli olduğu varsayımı ile eşdeğerdir” görüşünü desteklemiştir. Volkman ve Abell (2003), laboratuvarlarda yapılan deneylerin yemek kitabı gibi adım adım ne yapacağını gösteren faaliyetlerden çok daha fazla sorgulayıcı-araştırma merkezli olması gerektiğini ifade etmiştir. Yani öğrencilerin bilimsel bir şekilde sorularla meşgul olduğu, öğrencilerin açıklamalara dayalı olarak kanıtlar oluşturduğu, daha sonra bu açıklamaların diğer gruplarla tartışılıp karşılaştırıldığı laboratuvar ortamları ve dersleri oluşturulmalıdır. Bununla birlikte eğer öğrencilerin laboratuvar veya derslerde bilimin doğası ile ilgili ne yaptıkları ve nasıl yaptıkları ile ilgili tartışmalar yoksa ne kadar fazla sorgulayıcı-araştırmaya dayalı aktivite yapılırsa yapılsın öğrenciler ne yaptıkları ve nasıl yaptıkları ile ilgili bağlantı kuramazlar. Bu yüzden açık-düşündürücü bir şekilde bilimin doğası anlayışları sorgulayıcı araştırma etkinlikleri ile ilişkilendirilirse bilimin doğası hakkındaki yanlış fikirler daha da azaltılabilir.

Bu çalışma bilimin doğası anlayışlarının açık-düşündürücü yaklaşımla içerik konusu ile birlikte nasıl verilebileceğini gösteren bir çalışmadır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular, gelecek araştırmalar için yol gösterici olabilir. Ülkemizde bilimin doğasına yönelik araştırmaların sayısı her geçen gün artmakla birlikte bilimin doğasının öğretimi ile ilgili uygulamaların daha detaylı incelenerek bunları geliştirici önlemler alınmalıdır. Öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki görüşlerini değiştirmek ve

geliştirmek için yeni araştırmalar yapılabilir. Örneğin; bizim tanımladığımız bilimin doğası anlayışları dışında yeni kavramlar geliştirilebilir. Bu yüzden bu çalışma, öğrencilerin bilimin doğası hakkındaki anlayışları hakkındaki iddiaların daha fazla incelenmesi ve daha geniş bir örnekleme test edilmesi şeklinde yapılacak olan çalışmalara rehberlik edebilir. Gelecekte yapılacak olan araştırmalarda daha dar odaklı, daha fazla görüşmelerin olduğu, öğretim ve gözlem boyunca daha uzun zaman diliminin kullanılması tavsiye edilebilir. Çünkü açık-düşündürücü bilim sınıflarında bilimin doğasının doğru bir şekilde öğretiminin doğru bir şekilde verilebilmesi için daha fazla zaman alan konu tekrarlarının yapılması gerekir.

Bu çalışmada, öğrencilerin bilimsel teori ve kanunların işlevleri ve birbiri ile ilişkileri konusunda bağlantılı ve döngüsel bir bakış açısına sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuç sınırlı sayıda öğrenci ile tespit edilmiştir. Bu bakış açılarını doğrulayacak ve irdelenecek farklı alanlardaki lise öğrencilerinin dahil olduğu çeşitlendirilmiş ve daha büyük bir örnekleme bir çalışma yapılarak bu yaklaşımlar irdelenmeli ve doğrulanmalıdır.

Bu çalışmada kullanılan öğretim dizini, MEB ile işbirliği yapılarak öğretmen hizmet içi eğitim programlarında verilebilir ve etkinliği araştırılabilir. Daha sonra bu hizmetiçi eğitim programına katılan öğretmenlere bu öğretim dizininin sınıf içi uygulaması yaptırdıktan sonra sınıflarda bulunan öğrencilerin bilimin doğasının çeşitli anlayışları açısından gelişimi izlenebilir. Bu çalışma, lise kimya derslerinde müfredata uyumlu bir şekilde verilebilir ve ülke genelinde yaygınlaştırılabilir. Bu çalışmanın sadece kimya alanında kalmayıp diğer fen alanlarında da benzer versiyonları hazırlanabilir. Böylece öğretmenlerin bilimin doğasının içeriğini öğrenmeleri sağlanarak bilimsel kontekst içinde bilimin doğası öğretimi konusunda pedagojik deneyim kazanmalarına yardımcı olunabilir. Bu çalışmada ortaya konan bu yaklaşım, bu kriterleri yerine getirmektedir.

KAYNAKÇA

- Abd- El- Khalick, F., & Boujaoude, S. (1997). *An exploratory study of the knowledge base for science teaching*. Journal of Research in Science Teaching, 34 (7), 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., & Lederman, N.G. (1998). *The nature of science and instructional practice: Making unnatural natural*. Science Education, 82, 417–436.
- Abd-El-Khalick (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., & Lederman, N.G. (2000). *The influence of history of science courses on students' views of nature of science*. Journal of Research in Science Teaching 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., (2001). *Embedding nature of science in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but...* Journal of Science Teaching Education, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N.G., Bell, R.L., Schwartz, R.S., (2001). *Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science*. In P. Rubba, J. Rye, W. Di Biase, & B. Crawford (Ed.), Proceedings of the 2001 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Pensacola, FL.
- Abd-El-Khalick, F. & BouJaoude S., (2003). *Lebanese Students' Views of Nature of Scienc.*, Mediterranean Journal of Educational Studies, 8, 61-79.
- Abd-El-Khalick, F. S., & Akerson, V. L., (2004). *Learning about nature of science as conceptual change: Factors that mediate the development of preservice elementary teachers' views of nature of science*. Science Education, 88, 785-810.
- Aguirere, J.M., Haggerty, S.M., & Linder, C.J. (1990). *Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education*. International Journal of Science Education. 12, 381-390.

- Aikenhead, G.S. and Ryan, A.G. (1992) *The development of a new instrument: 'Views on science-technology-society (VOSTS)*. Science Education, 76(5), 477-491.
- Akçay, Behiye (2007). *The influence of the history of science course on pre-service science teachers' understanding of the nature of science concepts*. The University of Iowa, UMI: 3265925
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N.G. (2000). *Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teacher' conceptions of nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 37, 295-317.
- Akyüz, Y. *Türk Eğitim Tarihi*. 7. Baskı, Alfa Basım Yayın Dağıtım, Ankara: 1999.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University.
- American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Balkı, N., Çoban, A. K., ve Aktaş, M. (2003). *İlköğretim öğrencilerinin bilim ve bilim insanına yönelik düşünceleri*. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 17(1), 11-17.
- Belenky, M.F., Clinchy, B.M., Goldberger, N.R., Tarule, J.M. (1986/1997). *Woman's ways of knowing: The development of self, voice, and mind*. New York: Basic Books.
- Bell, R.L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (1998). *Implicit versus explicit nature of science instruction: An explicit response to Palmquist and Finley*. Journal of Research in Science Teaching, 35, 1057-1061.
- Bell, R.L., Lederman, N.G. & Abd-El-Khalick, F., (2000). *Developing and acting upon one's conceptions of the nature of science: A follow-up study*. Journal of Research in Science Teaching 37, 563-581.
- Bell, R., Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., McComas, W. F., & Matthews, M. R. (2001). *The nature of science and science education: A bibliography*. Science and Education, 10(1-2), 187-204.
- Benchmarks for scientific Literacy, (1994). American Association for the Advancement of Science.
- Bencze, L., & Hodson, D. (1999). *Changing practice by changing practice: Toward more authentic science and science curriculum development*. Journal of Research in Science Teaching, 36(5), 521-539.

- Bogdan, R., & Biklen, S. (1982). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Boston: Allen and Bacon.
- BouJaoude, S. (1996). *Why an issue on science education?* (Editorial). *Scie-Quest*, 6 (1), 4-5
- BouJaoude, S. (2002). *Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon*. *International Journal of Science Education*, 24, 139-156.
- Brickhouse, N. W. (1989). *The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories*. *International Journal of Science Education*, 11, 401-415.
- Brickhouse, N. W. (1990). *Teachers' beliefs about the nature of science and their relation to classroom practice*. *Journal of Teacher Education*, 41, 53-62.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z., Letts, W. J., & Shipman, H. (1998). *Student growth in understanding the nature of science in a college astronomy course*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.
- Briggs, M.W. (2006) *Teaching Chemical Equilibrium using a Macro Level Analogy*. Retrieved 25 October 2006, from <http://www.chem.purdue.edu/bcce/TeachingChemicalEquilibrium.pdf>.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). *Situated cognition and the culture of learning*. *Educational Researcher*, 17, 32-42.
- Bruner, J.S., and Kenney, M.J. (1966). *Studies in cognitive growth*. New York: Wiley.
- Bybee, R. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Graber & C. Bolte (Eds.), *Scientific Literacy*, (pp. 37-68).
- Camacho, M., & Good, R. (1989). *Problem solving and chemical equilibrium: successful versus unsuccessful performance*. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(3), 251-252.
- Carey, S. & Smith, D. (1993). *On understanding the nature of scientific knowledge*. *Educational Psychologist*, 28 (3), 235-251.
- Carey, R. L., & Stauss, N. G. (1968). *An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers*. *Science Education*, 52(4), 358-363.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., & Fillman, D. A. (1991). *A quantitative analysis of high school chemistry textbooks form scientific literacy themes and expository learning aids*. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 939-951.

- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., Fillman, D. A. (1993). *Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes?* Journal of Research in Science Teaching, 30, 787-797.
- Chiappetta, E., L. and Fillman D., A. (2007). *Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science.* International Journal of Science Education, 29(15), 1847-1868.
- Cho, H., Kahle, J. B., & Nordland, F. H. (1985). *An investigation of high school textbooks as source of misconceptions and difficulties in genetics and some suggestions for teaching genetics.* Science Education, 69, 707-719.
- Clough, M. (1997). *Strategies and activities for initiating and maintaining pressure on students' naive views concerning the nature of science.* Interchange, 28, 191-204.
- Cobern, W.W., Gibson, A.T., & Underwood, S.A. (1999). *Conceptualizations of nature: An interpretive study of 16 ninth graders' everyday thinking.* Journal of Research in Science Teaching, 36(5), 541–564.
- Cochran, K.F., King, R.A., & DeRuiter, J.A. (1993). *Pedagogical content knowledge: A tentative model for teacher preparation.* Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL.
- Cohen, L. and Manion, L. (1994) *Research methods in education.* Fourth Edition. London, Routledge
- Conley, A. M., Pintrich, P. R., Vekiri, I., & Harrison, D. (2004). *Changes in epistemological beliefs in elementary science students.* Contemporary Educational Psychology, 29, 186–204.
- Cresswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry & research design choosing among five traditions.* London, Sage.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education.* New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. (2000). *Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform.* Journal of Research in Science Teaching, 37(6), 582–601.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (1998). *Collecting and interpreting qualitative materials..* Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dewey, J. (1938). *Experience and education.* New York: Macmillan.

- Doğan, N., Çakıroğlu, J., Bilican, K., Çavuş, S. (2009). *Bilimin doğası ve öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Dorothy V. S. and Gunsten R. F. (2007). *Science curriculum in the market liberal society of the twenty-first century: 'Re-visioning' the idea of science for all*. Research in Science Education, December, 29.
- Driver, R. (1989). *The construction of scientific knowledge in school classrooms*. In R. Miller (Ed.). *Doing science: Images of science in science education*. New York: Falmer Press.
- Driver, R., Asoko H., Leach J., Mortimer E., & Scott P., (1994). *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, 23(7), 5-12.
- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young people's images of science*. Open University Press, Buckingham.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). *Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms*. Science Education, 84, 287-312.
- Duit, R., (1996). *The constructivist view in science education. What it has to offer and what should not be expected from it*. Investigações em Ensino de Ciências, (1), 40–75.
- Duschl, R.A. (1990). *Restructuring science education*. New York: Teachers College Press.
- Eflin, J.T., Glennan, S., Reisch, G. (1999). *The nature of science: A perspective from the philosophy of science*. Journal of Research In Science Teaching, 36 (1), 1999, 107-116.
- Erdoğan M: N., Köseoğlu, F. (2010). *Lise öğrencilerinin bilimsel teori ve kanunlar ile ilgili analizlerinin açık-düşündürücü yöntemle geliştirilmesi*. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 9 Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Eğitim Reformu Girişimi (2005). *Yeni öğretim programlarını inceleme ve değerlendirme raporu*. <http://www.erg.sabanciuniv.edu/>, 09.05.2006.
- Ekiz, D. (2003). *Eğitimde araştırma yöntem ve metotlarına giriş*. Ankara: Ani.
- Fensham, P. (1985). *Science for all: a reflective essay*. Journal of Curriculum Studies, 17(4), 415–435.
- Fensham, P. (1998). *The politics of legitimating and marginalizing companion meanings: Three Australian case stories*. In D. A. Roberts, & L. Ostman (Eds.), Problems of meaning in science curriculum (pp. 178–192). Melbourne: Arena.

- Fensham, P. (2002). *Time to change drivers for scientific literacy*. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2, 9–24.
- Fensham, P. (2004). *Engagement with science: An international issue that goes beyond knowledge*. Paper presented at the SMEC Conference. Retrieved January 18, 2007 from www.dcu.ie/smec/plenary/Fensham,%20Peter.pdf.
- Gabel, D. L., Rubba P. A. And Franz J. R. (1977). *The effect of early teaching and training experiences on physics achievement, attitudes toward science and science teaching and process skill proficiency*. *Science Education*, (61), 503-511.
- Gallimore, R., & Thorp, R. (1990). *Teaching mind in society: Teaching schooling and literate discourse*. In L. Mall (Ed.), *Vygotsky and education* (pp. 175-205). New York: Cambridge University Press.
- Gehrke, N. J., Knapp, M. S., & Sirotnik, K. A., (1992). *In search of school curriculum*. *Review of Research in Education*, 18, 51-510.
- Gess-Newsome, J. (2002). *The use and impact of explicit instruction about the nature of science and science inquiry in an elementary science methods course*, *Science & Education*, 11(1), 55-67.
- Glaser B., G., and A. L. Strauss (1967). *The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research*. New York: Aldine de Gruyter.
- Glassman, M. (2001). *Dewey and Vygotsky: society, experience, and inquiry in education practice*. *Educational Researcher*, 30(4), 3-14.
- Goodrum, D., Hackling, M., and Rennie, L. (2001). *Research report: The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools*. Canberra: Department of Education, Training and Youth Affairs. (<http://www.detya.gov.au/schools/publications/index.htm>)
- Griffiths, A. K., ve Barry, M. (1993). *High school students' views about the nature of science*. *School Science and Mathematics*, 93(1), 35-37.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Gürses, A., Doğar, Ç., ve Yalçın, M. (2005). *Bilimin doğası ve yükseköğrenim öğrencilerinin bilimin doğasına dair düşünceleri*. *Milli Eğitim Dergisi*, (33), 166.
- Hackling, M.W., & Garnett, F.J., (1985). *Misconceptions of chemical equilibrium*. *European Journal of Science Education*, 7(2), 205-214.
- Hanuscin D. L. & Lee M. H. (2011). *Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science*. *Science Education*, 95, 145-167

- Harrison A. G., Jong, O. D., (2005). *Exploring the use of multiple analogical models when teaching and learning chemical equilibrium*. Journal of Research in Science Teaching, 42(10), 1135-1159.
- Haukoos, G. D., & Penick, J. E. (1985). *The effects of classroom climate on college science students: A replication study*. Journal of Research in Science Teaching, 22(2), 163-168.
- Haury, D. L. (1993). *Teaching science through inquiry*. Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 359 048)
- Hewson, P.W., Beeth, M.E., & Thorley, N.R. (1998) *Teaching for conceptual change*. In K.G. Tobin & B.J. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 199-218). Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Hodson, D. (1992). *Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science*. Science Education 1 (2), 115-144.
- Hodson, D.(1993). *Philosophy stance of secondary school Science Teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: Some preliminary findings*. Interchange, 24 (1&2), 41–52.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). *The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning*. Review of Educational Research, 67(1), 88-140.
- Hofer, B. K. (2002). *Personal epistemology as a psychological and educational construct: An introduction*. In B. K. Hofer & P. R. Pintrich (Eds.). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 3-14). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Holbrook, J. (2010). *Education through science as a motivational innovation for science education for all*. Science Education International, 21 (2), 80-91.
- Hurd, P. D. (1998). *Scientific literacy: New minds for a changing world*. Science Education, 82, 407–416.
- Izgar, H. (1994). *Ortaöğretim kurumlarında uygulanmakta olan ders geçme ve kredi sisteminin incelenmesi*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- İrez, S. & Çakır, M. (2006). *Critical reflective approach to teach the nature of science: A rationale and review of strategies*. Journal of Turkish Science Education, 2(3), 19-35.

- Jelinek, D. J., (1998, Nisan). *Student perceptions of the nature of science and attitudes towards science education in an experiential science program*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.
- Jenkins, E. W. (1992). *School science education: Towards a reconstruction*. Journal of Curriculum Studies, 24, 229–246.
- Jenkins, E. W. (1994). *Public understanding of science and science education for action*. Journal of Curriculum Studies, 26, 601–611.
- Jenkins, E. W. (1996). *The “nature of science” as a curriculum component*. Journal of Curriculum Studies, 28, 137–150.
- Johnson, M. H. (1981). *Some new thoughts on the Perry scheme*. The Perry Newsletter, Spring, p. 1-3.
- Judy T. Eflin, Stuart Glennan, and George Reisch. *The nature of science: A perspective from the philosophy of science*. Journal of Research in Science Teaching 36(1), 107-116.
- Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2003). *Teachers’ views on the nature of models*. International Journal of Science Education, 25(11), 1369-1386.
- Kesidou, S., & Roseman, J. E. (2002). *How well do middle school science programs measure up? Findings from project 2061's curriculum review*. Journal of Research in Science Teaching, 39(6), 522–549.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). *The 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.
- Kimball, M. E. (1968). *Understanding the nature of science: A comparison of scientists and science teachers*. Journal of Research in Science Teaching , 5(2), 110-120.
- Koballa, T., Kemp, A., Evans, R. (1997). *The Spectrum of Scientific Literacy*. The Science Teacher. 64(7), 27-31.
- Köseoğlu, F. (2004). *İlköğretim Programlarında Yeni Yaklaşımlar- Fen ve Teknoloji (4-5. Sınıf)*. Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi, (5), 54-55.
- Köseoğlu, F., Tümay H., Budak E., (2008). *Bilimin doğası hakkında paradigma değişimleri ve öğretimi ile ilgili uygulamalar*. GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28(2), 221-237.

- Köseoğlu F., Erdoğan M. N. (2008). *Orta Öğretim Kimya, Fizik ve Biyoloji Müfredatlarının Bilimsel Okuryazarlık Temaları Açısından Analizi*. 8. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Bolu.
- Köseoğlu, F., Tümay, H., Yeşiloğlu S. N., Altun, Y., (2010). *Öğretmen ve öğretmen adayları için bilimin doğası öğretimi mesleki gelişim paketi- Genel bakış*. IX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. 9 Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Krauskopf, K. B.(1979). *Introduction to geochemistry*. New York: McGraw-Hill.
- Kuhn, T., (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago University of Chicago Press.
- Küçük, M. (2008). *Improving preservice elementary teachers' views of the nature of science using explicit reflective teaching in a science, technology and society course*. Australian Journal of Teacher Education, 33(2),16-40.
- Lederman, N. G., Zeidler, D. L. (1987). *Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior?* Science Education, 71(5), 721– 734.
- Lederman, N.G., and M. O'Malley. 1990. *Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change*. Science Education 74(2), 225-239.
- Lederman, N.G. (1992) *Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research*. Journal of Research in Science Teaching, 29(4), 331-359.
- Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). *Avoiding de-natured science: Activities that promote understandings of the nature of science*. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). *Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G. (2007). *Nature of science: Past, present, and future*. In Abell, S. & Lederman, N. (Eds.) *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

- Linn, M.C., & Burbules, N. C., (1993). *Construction of knowledge and group learning*. In K. Tobin (Ed.), *The practice of constructivism in science education*. Washington, DC: AAAS.
- Linn, M. C., & Songer, N. B. (1993). *How do students make sense of science?* Merrill-Palmer Quarterly, 39, 47-73.
- Macaroğlu, E., Taşar, M. F., ve Çataloğlu, E. (1998). *Turkish pre-service elementary teachers' beliefs about the nature of science*. Basılmış bildiri metni. National Association for Research in Science Teaching, San Diego.
- Macaroğlu, E., Baysal, Z. N., ve Şahin, F. (1999). *İlköğretim öğretmen adaylarının bilimin doğası hakkındaki görüşleri üzerine bir araştırma*. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi, Özel Sayı,10, 55-62.
- Mackay, L. D. (1971). *Development of understanding about the nature of science*. Journal of Research in Science Teaching. 8(1), 57-66.
- Martin, B., Kass, H., & Brouwer, W. (1990). *Authentic science: a diversity of meanings* Science Education, 74, 541-554.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Gregory, K. D., Smith, T. A., Chrostowski, S. J., et al. (2000). *TIMSS 1999 international science report*. Findings from IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade, Chestnut Hill, MA: International Study Centre, Lynch School of Education, Boston College.
- Matthews, M.R. (1993). *Old Wine in New Bottles: A problem with constructivist epistemology*. In H. Alexander (Ed.), *Philosophy of Education 1992, Proceedings of the Forty-Eighth Annual Meeting of the Philosophy of Education Society*. Philosophy of Education Society, Urbana, IL., pp. 303-311.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. (1998). *In defense of modest goals when teaching about the NOS*. Journal of Research in Science Teaching, 35(2), 161-174.
- McComas, W. F. (1993, Nisan). *The effects of an intensive summer laboratory internship on secondary students' understanding of the nature of science as measured by the test on understanding science (TOUS)*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA.
- McComas, W. F. (Ed.). (1998). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

- McComas, W. F., Clough, M., & Almazroa, H. (1998). *The role and character of the nature of science in science education*. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3–39). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- McComas, W. F., & 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
- Meichtry, Y.J. (1992). *Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development*. Journal of Research in Science Teaching, 29, 389-407.
- Meichtry, Y.J. (1993). *The impact of science curricula on students views about the nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 30(5), 429- 443.
- Meichtry, Y. J. (1998). *Elementary science teaching methods: developing and measuring student views about the nature of science*. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Merriam, S. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, Inc.
- Millar, R. & Osborne, J.F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London. Available online: www.kcl.ac.uk/kis/schools/education
- Millar, R. (2006). *Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science*. International Journal of Science Education, 28(13), 1499-1521.
- Miller, J. (1989). *Scientific literacy*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Association for the Advancement of Science, January, San Francisco, CA.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2002). *Müfredat laboratuvar okulları modeli*. Ankara: EARGED Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı, 14.08.01:9566 sayılı genelge.
- Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2005).
- Moore, W. (2002). *Understanding learning in a postmodern world: Reconsidering the Perry scheme of intellectual and ethical development*. Personal

- epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing: 17-36.
- Moss, D.M., Abrams, E.D., & Kull, J.R. (1998, Nisan). *Describing students' conceptions of the nature of science over an entire school years*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.
- Moss, D. (2001). *Examining student conceptions of the nature of science*. International Journal of Science Education, 23(8), 771-790.
- Mumba, F. (2005). *Influence of explicit instruction and reflection on mathematics and science teaching fellows' views of the nature of science*. Doctoral dissertation, Illinois State University. UMI No: 3196640.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards* (Washington, DC: National Academy Press).
- Nichols, S.E., Tippins, D., & Wieseman, K. (1997). *A toolkit for developing critically reflective science teachers*. Journal of Science Teacher Education 8(2), 77-106.
- Ogawa, M. (1998) *Under the noble flag of developing scientific and technological literacy*. Studies in Science Education, 31, 102–111.
- Ogunniyi, M. B. (1982). *An analysis of prospective science teacher's understanding of the nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 19(1), 25-32.
- Osborne, J. F., Ratcliffe, M., Collins, S., Millar, R., & 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.
- Patterson, L. (2010). *A scientific mind. To learn about the careers of other young scientists*, see the scientist profiles previously published in Science in School: www.scienceinschool.org/scientists.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation methods*. (2nd ed.) Thousand Oaks, CA: Sage.
- Perry, W. G. Jr. (1998). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. San Francisco: Jossey-Bass. (Originally published in 1970. New York: Holt, Rinehart & Winston).
- Piquette, J. (2001). *An analysis of strategies used by chemistry instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium*. PhD Thesis. University of Northern Colorado.

- 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
- Popper, K. (1960). *The poverty of historicism*. 2nd ed London: Routledge & Kegan Paul.
- Ouillez, J. (2007). *A historical/philosophical foundation for teaching chemical equilibrium*. Ninth International History Philosophy & Science Teaching Conference, Calgary /Canada.
- Roach, L. E., Wandersee, J. H. (1995). *Putting people back into science: Using historical vignettes*. School Science and Mathematics, 95(7), 365-370.
- Roberts, D. A. (1988). *What counts as science education?* In P. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (27–54). New York: Falmer Press.
- Robinson, J. T. (1968). *Philosophy of science: Implications for teacher education*. Journal of Research in Science Teaching, 6, 99-104.
- Roehrig, G. H. And Kruse, R. A. (2005). *The role of teachers' beliefs and knowledge in the adoption of a reform-based curriculum*. School Science and Mathematics, 105, 412-422.
- Rowe, M.B. (1974). *A humanistic intent: The program of preservice elementary education at the University of Florida*. Science Education, 58, 369–376.
- Ryder, J., Leach, J. and Driver, R. (1999). *Undergraduate science students' images of the nature of science*. Journal of Research in Science Teaching, 36 (2), 201-220.
- Rubba, P. A.; Horner, J., & Smith, J. M. (1981). *A study of two misconceptions about the nature of science among junior high school students*. School Science and Mathematics, 81, 221-226.
- Sandoval, W. A., & 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., (2004). *Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry*. Science Education, 88, 345-372.
- Sandoval, W., A. (2005) *Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry*. Science Education, 89, 634-656.
- Saunders, H. N. (1955). *The teaching of general science in tropical secondary schools*. London: Oxford University Press. Science Council of Canada (1984). Science for

- Every Citizen: Educating Canadians for Tomorrow's World (Ottawa: Supply and Service).
- Schommer, M. (1990). *The effects of beliefs about the nature of knowledge in comprehension*. Journal of Educational Psychology, 82(3), 498-504.
- Schraw, G., & Sinatra, G. M. (2004). *Epistemological development and its impact on cognition and academic domains*. Contemporary Educational Psychology, 29, 95–102.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Thompson, R. (2001, March). *Grade nine students' views of nature of science and scientific inquiry: The effects of an inquiry-enthusiast's approach to teaching science as inquiry*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St. Louis, MO.
- Schwartz, R. S., & 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., & Crawford, B. (2004). *Developing views about nature of science in authentic contexts: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry*. Science Education, 88(4), 610-645.
- Shulman, L. S. (1986). *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. Educational Researcher, 15(2), 4-14.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R. Hofstein, A., (2005). *The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of chemical literacy*. International Journal of Science Education, 27(3), 323-344.
- Smith, M.U., & 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.
- Smith, C. L., Maclin, D., Houghton, C., & 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, G. E. (2007). *The epistemological beliefs of pre-professional accounting students: An analysis utilizing the epistemological beliefs inventory*. Doktora Tezi, Capella University, ABD.

- Smith, D. & Gunstone, R. (2007) *Science curriculum in the market liberal society of the 21st Century: Re-visioning the idea of science for all*. Research in Science Education, 39, 1-16.
- Solomon, J. , Scott, L., & Duveen, J. (1996). *Large scale exploration of pupils' understanding of the nature of science*. Science Education, 80, 493-508.
- Strauss, A.L., and J. Corbin, (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. 2nd ed. London: Sage
- Tann, S. (1993). *Eliciting student teachers' personal theories*. In J. Calderhead, & P. Gates (Eds.), *Conceptualizing reflection in teacher development*. London: Falmer Press
- Tasar, M. F. (2001). *A case study of one novice college student's alternative framework and learning of force and motion*. Unpublished doctoral dissertation, The Pennsylvania State University, University Park. (Full-text available at: <http://etda.libraries.psu.edu/theses/approved/WorldWideIndex/ETD-66/index.html>).
- Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2000). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.
- Tsai, C. VC., & Liu, S. Y. (2005). *Developing a multi-dimensional instrument for assessing student's epistemological views toward science*. International Journal of Science Education, 27, 1621-1638.
- Turner, S., & Sullenger, K. (1999). *Kuhn in the classroom, Lakatos in the lab: Science educators confront the nature-of-science debate*. Science, Technology, and Human Values, 24, 5-30.
- TTKB (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı (6, 7, 8. Sınıflar)*. Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- UNESCO (1983). *Science for All* (Bangkok: UNESCO office for education in Asia and the Pasific).
- Wei, Bing; Thomas, Gregory P. *An examination of the change of he junior secondary school chemistry curriculum in the P. R. China: In the view of scientific literacy*. Research Science Education, 36, 403-418.

- Welch, W.W., 1981. *Inquiry and the science teacher*. In: *What Research Says to the Science Teacher*, Harms, N.C. and R.E. Yager (Eds.). National Science Teachers Association, Washington DC., 53-64.
- Wilkinson, J. (1999). *A quantitative analysis of physics textbooks for science literacy themes*. Research in Science Education, 29(3), 385–399.
- Vockell, E. L. (1989). *Educational research*. New YORK: Macmillan, Inc.
- Volkman, M. J., ve Abell, S. K. (2003). *Rethinking laboratories-tools for converting cookbook labs into inquiry*. The Science Teacher: 38-41.
- Yıldırım, A. & Simsek, H. (1999). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- 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, 343-367.

EK-1: Bilimin Doğasına İlişkin Görüş Anketi (BDİG-C)

ÖĞRENCİLERİN BİLİMİN DOĞASINA İLİŞKİN GÖRÜŞ ANKETİ

Aşağıda size yöneltilen sorular, kesin bir doğru cevaba sahip olmayıp, sizin bilimin doğasına ilişkin görüşlerinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Soruların amacına ulaşması vereceğinizi samimi cevaplara bağlıdır.

Öğrencinin adı:

Tarih:

1. Size göre bilim nedir?

Sorgulayıcı bilimsel disiplinler olan fizik, kimya biyolojiyi; diğer sorgulayıcı disiplinler olan din, felsefe gibi sosyal bilimlerden ayıran nedir?

2. Deney nedir?

3. Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir?

- Eğer cevabınız evet ise neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.
- Eğer cevabınız hayır ise neden böyle düşündüğünüzü açıklayınız.

4. Bilim insanları bilimsel bir teori (örn. Atom teorisi, evrim teorisi ...) geliştirdikten sonra bu teori zamanla değişebilir mi?

- Eğer bilimsel teorilerin değişmeyeceğine inanıyorsanız lütfen nedenini örneklerle açıklayınız.
- Eğer bilimsel teorilerin değişeceğine inanıyorsanız lütfen nedenini örneklerle açıklayınız.

5. Bilimsel teori nedir? (Örneğin; kinetik gaz teorisi)

Bilimsel kanun nedir? (Örneğin; yerçekimi kanunu)

Bilimsel teori ile bilimsel kanun arasında bir fark var mıdır? Açıklayınız.

6. Fen ders kitapları, çoğunlukla atomun yapısını merkezde bir çekirdek, çekirdeği oluşturan taneciklerin, pozitif yüklü proton ve yüksüz nötron olduğunu, eksi yüklü elektronların ise çekirdeğin çevresindeki katmanlarda dolaştığını ifade eder.

Bilim insanları atomun yapısından kesin olarak eminler mi?

Siz, bilim insanlarının atomu yapısı konusunda fikirlerinin değişebileceğine inanıyor musunuz? Fikirlerinin niçin değiştiğini ya da değişmediğini açıklayın.

7. Fen kitapları “tür” kavramını, benzer özelliklere sahip, üreyebilecek yavrular oluşturmak için kendi aralarında çiftleşebilen organizmaların oluşturduğu bir grup olarak tanımlamaktadır. Bilim insanları bir türün ne olduğuna ilişkin tanımlamalardan ne kadar emindirler? Sizce bilim insanları tür tanımı yaparken hangi özel kanıtları kullanırlar?

8. 65 milyon yıl önce dinozorların neslinin tükendiğine inanılır. Dinozorların neslinin tükenmesi ile ilgili olarak bilim insanlarının ortaya attıkları hipotezlerden ikisi geniş kabul görmektedir. Bunlardan birincisi, bir grup bilim insanı, 65 milyon yıl önce büyük bir göktaşının dünyayı vurduğunu ve bundan sonra neslin tükenmesine neden olan bir seri olayların gerçekleştiğini öne sürer. Diğer bir grubun hipotezi ise, çok büyük ve şiddetli volkanik patlamaların neslin tükenmesine neden olduğunu öne sürer.

Her iki grup bilim insanı da aynı bilgilere ulaşp kullanmalarına rağmen bu farklı sonuçlara nasıl ulaşırlar?

9. Bilimin sosyal ve kültürel değerlerle desteklendiğine dair bazı iddialar vardır. Bilimin uygulanmasında bilimin sosyal ve politik değerleri, felsefi varsayımları ve kültürün entelektüel normlarını yansıtır. Bir diğer iddia bilim evrenseldir. Bilim ulusal ve kültürel değerlerin üstündedir ve sosyal, politik ve felsefi değerlerden oluşmaz ve bilimin uygulanmasında kültürün entelektüel normların etkisi yoktur.

- Eğer bilimin sosyal ve kültürel değerleri yansıttığına inanıyorsanız nedenini örneklerle açıklayın.
- Eğer bilimin evrensel olduğuna inanıyorsanız nedenini örneklerle açıklayın.

10. Bilim insanları ortaya koydukları sorulara cevap bulmak için deneyler/araştırmalar yaparlar. Bilim adamları araştırmaları sırasında yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanırlar mı?

- Eğer cevabınız evet ise, siz araştırmaların hangi aşamasında bilim adamlarını yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullandıklarına inanırsınız? Planlama ve dizayn etme, veri toplama ve veri toplama sonrası gibi aşamalarından hangisi ya da hangilerinde kullanırlar? Bilim insanlarının niçin yaratıcılıklarını ve hayal gücünü kullandıklarını açıklayın. Görüşünüze uygun bir örnek verin.
- Eğer bilim adamlarının yaratıcılıklarını ve hayal güçlerini kullanmadıklarına inanıyorsanız, lütfen nedenini açıklayın. Görüşünüze uygun bir örnek verin.

EK-2: Yarı Yapılandırılmış Mülakat Rehberi

MÜLAKAT REHBERİ

Öğrencilerle yapılacak olan mülakatların amacı;

- Öğrencilerin kimyasal denge konusu ile birlikte bilimin doğası anlayışlarının açık-düşündürücü yöntemle öğretimi boyunca yaşadıkları deneyimlerin detaylarını,
- Öğrencilerin öğretim boyunca bilimin doğası anlayışlarına ilişkin algılamalarını,
- Bilimin doğası anlayışlarındaki değişimlerin (eğer varsa) kaynağını, ortaya çıkarmaktır.

Aşama 1: Öğretim uygulamaları ve deneyimler

- Bu öğretim boyunca yaşadığın deneyimleri anlatır mısın?

Aşama 2: Bilimin Doğası içeriğine ilişkin sorular

- Bilim nedir?
- Bilim neyi içerir?
- Bilimsel metot nedir?
- Bilimsel teori nedir?
- Bilimsel kanun nedir?
- Bilimsel teori ve bilimsel kanun arasındaki fark nedir?
- Bilimin doğası nedir?
- Gözlem ve çıkarım nedir?
- Bilimin doğasını öğrenmek önemli midir? Niçin?

Aşama 3: Öğrenme kazanımlarının algılanması ve bu öğrenme kazanımları için yapılan atıflar.

- Bilimin doğası ile ilgili ne öğrendin?
- Sana göre, bu öğretim boyunca bilimin doğası ile ilgili bir şeyler öğrendiğine inanıyor musun?
- Bilimin doğasını öğrenmenin size ne gibi bir faydası vardır?
- Bu öğretim boyunca derslerde bilimin doğası ile ilgili seni etkileyen, bir örnek verir misin?

Aşama 4: Bilimin doğası görüşlerindeki değişimler ve bununla ilgili yapılan atıflar.

- Bu öğretimin bilimin doğası anlayışlarını etkilediğini düşünüyor musun? Nasıl? Niçin?

EK-3: Mülakat Notlarından Örnekler

Fen Bölümü Lise 3. Sınıf Öğrencisi: Ö4

A: Araştırmacı

Yer: 11-Fen Sınıfı

Süre: 40 dk. (15.10-15.50)

Tarih: Mayıs, 2010

- A: Öncelikle bu mülakatı kabul ettiğin için teşekkür ederim. Şimdi sen kimyasal denge konusuyla birlikte bilimin doğası anlayışlarının verildiği derslere katıldın. Bu derslerin neticesinde bana söyler misin? Niçin bilimin doğasını öğrenmemiz gerekiyor. Çok önemli mi? Bu dersler boyunca bilimin doğası ile ilgili neler öğrendin?
- Ö4: Bilimin doğasını öğrenmemiz gerekiyor. Bilimsel bilginin ne olduğunu, bilimsel bilgiye nasıl ulaşıldığını bilmemiz gerekiyor. Çünkü biz bunun için buradayız. Biz belli bir şeyleri çabalayıp bunun sonucunda elde ettiğimiz bilgilerle bir yerlere gelebiliriz ancak bu yüzden bunları bilerek ve bu bildiklerimize dayanarak bir şeyler öğrenebiliriz ancak o yüzden bilimi öğrenmemiz gerekiyor.
- A: Peki bu derslerde biz bilimin doğası ile ilgili birçok şey konuştuk, birçok şey tartıştık birlikte tartıştığımız neler vardı? Bu tartışmalar sonucunda fikir ayrılığına düştüğümüz ya da sana çok ilginç gelen konular var mıydı? Yani şöyle bir bakacak olursak kimyasal dengenin tarihi gelişimi inceledik, kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modelini inceledik ve bunları işlerken de bilimin doğası ile ilgili özellikleri, bilimin doğasının karakteristiklerini ortaya koymaya çalıştık. Bunlarla ilgili tartıştığımız neler vardı? Bununla ilgili neler söyleyebilirsin? Sana ilginç gelen katılmadığın noktalar var mı?
- Ö4: Hım..Bunlarla ilgili tartıştığımız konular kanun ve teorilerin değişebileceği konusunda çok tartıştık. Bu gerçekten güzeldi. Şöyle ki hım.. teorilerin ve kanunların değişebileceğini gördüm ve teorilerin ve kanunların ilginç deneyimler sonucunda ortaya çıktığını, değişik hayal güçleri ile birlikte farklı gözlemler sonucunda ortaya çıktığını gördüm ve bu gerçekten güzeldi. Farklı bir ders işledik ve anladığımı düşünüyorum.
- A: Peki bu dersin farklılığı sana göre neydi?
- Ö4: Dersin farklılığı şöyleydi: Bundan önceki kimya derslerinde konuların görünen yüzünü işliyorduk. Yani nerden geldiğini neye dayandığını bilmiyorduk bunun

sonucunda neleri elde ettiğimizi bilmeden sadece konunun özünü değil de gördüğümüz kısmını sadece bizimle alakalı olan kısmını biliyorduk ve yüzeysel olarak geçiyorduk Burada biz bilimin hım.. nasıl ortaya çıktığını, teorilerin ve kanunların nasıl ortaya çıktığını gördük ve bunun sonucunda kimyasal dengeyi de işledik. Yani konuyu tamamıyla anlamış olduk.

A: Peki bu dersler sonucunda teorilerin ve kanunların değişebileceğine inanıyor musun?

Ö4: Evet kesinlikle inanıyorum ama şöyle bir şey öğrendim teori ve kanunlar değişebilir ancak bundan önceki teori ve kanunların tamamıyla hım.. bir kenara atmıyoruz. Onun üstüne yeni bilgiler hım.. koyarak yeni sonuçlar elde edebiliyoruz.

A: Peki bunların dışında bilimsel bilgi değişir diyor musun?

Ö4: Bilimsel bilgi elbette değişir. Yani o dönemim koşullarına, tekniklerine ya da teknolojisine bakarak ileriki dönemlerde şuankinden daha fazla bilgi elde edildiğini düşünüyorum.

A: Peki o zaman kanunlar ve teoriler bilimsel bilginin bir parçası mıdır?

Ö4: Evet.

A: Bilimsel bilgi değişiyorsa kanun ve teorilerde değişir diyebilir miyiz?

Ö4: Evet.

A: Peki bilimsel metot nedir? Bu konu hakkında ne öğrendik?

Ö4: Bilimsel metot hım..bilimsel bilginin elde edilmesi konusunda belli bir yöntem teknik sırası yoktur. Yani birçok farklı yöntem kullanılabilir ve bunun sonucunda doğru bilgi elde edilebilir. Ancak kesinlikle bilimsel bilgiye ulaşmak için hım..belli bir yoldan gidilmez ya da sadece bu yöntem kullanılır diye kesin bir şey ortaya koyamayız.

A: Yani mesela bilimsel bilgi elde edebilmek için işte doğrusal bir yol kabul edilebilir mi sana göre hım..böyle bir yol yoktur diyorsun.

Ö4: Yoktur diyorum çünkü eğer herkes aynı yöntemi ve aynı yolu izleseydi eğer birçok yani bu kadar çok bilgiyi elde edemezdik şuan da çok daha farklı bir konumda olurduk o yüzden h bilimsel bilgiyi elde etme yolları farklı olabilir.

A: Peki bilimsel metot yöntemleri nedir? Söyleyebilir misin bana?

Ö4: Deneyler.

A: Deneyler. Başka...

Ö4: Gözlemler

- A: Peki bilimsel bir bilginin gelişimi için deneyler mutlaka gerekli midir?
- Ö4: Hım.. deneyler mutlaka gereklidir diyemeyiz ama bunun sonucunda da hım..belli şeyler vardır. Örneğin: Biz atomları incelersek eğer bununla ilgili deneyler yapmamız gerekir ki yani kesin bir bilgiye ulaşamasak bile doğru bir bilgi yolunda ilerleyebilelim.
- A: O zaman senin hım.. son testlere verdiğin cevaplara bakalım. Üçüncü soruda ne demişiz mesela üçüncü soru: Bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir? Ne demişsin o soruya?
- Ö4: Hım..evet demişim ve herhangi bir konunun doğruluğunu savunan kişi bunu ispatlamak için deneye başvurmalıdır.
- A: Deneye başvurmalıdır. Peki hım..ben hım..şöyle bir desem mesela ben deney yapmadan da bilimsel bir bilgiyi geliştirebilirim desem gelişir mi sence ? Bilimsel bir bilgi ortaya koyabilir miyim?
- Ö4: Mesela hocam hım ..
- A: Mesela ben şöyle söyleyeyim bilimsel metodun bazı adımları var demi?
- Ö4: Evet.
- A: Nedir bu adımlar? Sana göre.
- Ö4: İlk önce hım.. hangi konuyla ilgili araştırma yapacaksın bunu saptamak gerekiyor. Yani araştırma yapacaksın ama hangi konu da bununla ilgili ön bilgiler edineceksin bu konuyla alakalı hım..
- A: Nasıl elde edebilirsin bunları öncelikle.
- Ö4: Konuyla alakalı geçmiş de hım.. yapılan araştırmaları, bilim adamlarının yaptığı araştırmaları önce hım..bulurum ve onlara göz gezdiririm. Yani hım.. neleri ortaya koymuşlar, nelere dayanarak bunu söylemişler hım.. sonra bu bilgilerle beraber benimde yaptığım araştırmalar sonucunda eğer hım.. deney gerekliyse bende deneyler yaparım ve bunun sonucunda onlarla çelişiyor mu ya da onlarla aynı yönleri var mı bunları inceleyerek yeni bir şey ortaya koymaya çalışırım.
- A: Çalışırsın.Peki hım.. mesela hım.. Şimdi dördüncü soruya bir bakalım ve dördüncü soruda ne demişiz. Bir teori geliştikten sonra bu teori zamanla değişebilir mi demişiz. Sen buna ne cevap vermişsin?
- Ö4: Ben buna hım..değişebilir demişim. Okuyayım mı?
- A: Evet.
- Ö4: Bilimsel teoriler değişebilir. O zaman ki dönemin koşullarına bağlı olarak gelişen bir teori zamanla teknoloji ile doğru orantılı olarak değişebilir. Atom

modellerinde zamanla çok fazla değişiklik olmuştur. Bu da teorilerin değişebileceğini gösterir.

A: Gösterir diyorsun. Peki hım..bilimsel teori ve bilimsel kanun nedir?

Ö4: Hım..bilimsel teori kanuna göre daha geniş kapsamlıdır. Yani kanun hım..tek bir konu hakkında hım.. sonuçlar ortaya koyarken teori bunu daha kapsamlı bir şeklidir ve hım..kanunlar olayları tanımlarken yani araştırmaları tanımlarken teoriler açıklar.

A: Açıklar hım..Peki bu tanımlama yolunu nasıl yapar kanun?

Ö4: Kanun teorilere dayanarak hani teoriler açıklıyor ortaya koyuyor bunları kanun bunları inceliyor ve daha sonra eğer gerçekten doğruluğunu kabul ediyorsa bunu tanımlıyor ve herhangi bir değişiklik olmadığı sürece kanunlar doğru olarak kabul ediliyor.

A: Peki bunlar bir hiyerarşik yapı içerdeler mi? Yani bilimsel bir kanun ortaya çıkması için illa teörinin oluşması ya da teörinin oluşması için illa bir hipotezin ortaya konması mı gerekir? Böyle bir hiyerarşik yapı var mıdır?

Ö4: Bana göre gerekir.

A: Vardır diyorsun. Yani hipotez önce mutlaka ortaya konmalı, hipotez teoriye dönüşmeli, teoride kanuna dönüşmelidir diyorsun böyle bir yapı vardır ama bunlarda kesinlikle değişmez demiyoruz zamanla değişebilir diyorsun.

Ö4: Evet.

A: Evet. Şimdi altıncı soruna bakalım.Atomun yapısı ile ilgili fizik kimya kitaplarında hım..neler görüyoruz işte merkezinde bir çekirdek çekirdeği oluşturan protonlar ve nötronlar onun etrafında elektronlar dolaşıyor değil mi? Bu elektronların belli yörüngeler de dolaştığını ifade ediyor. Bu sence bilim insanları yani bu atomun yapısından kesin olarak eminler mi?

Ö4: Emin değiller ancak yaptığı araştırmalar sonucunda inandıkları bir şey de hım.. kesin değiller ama bunu ortaya koyabiliyorlar yaptığı araştırmalar sonucunda yani hım.. Biz görmüştük bunu hım.. belli ışıklar yardımıyla oradan hım..

A: Rutherford'un deneyinden bahsediyorsun..

Ö4: Evet. Bir an açıklayamadım. Yaptığı araştırmalar sonucunda bir şeyleri ortaya koymak için çabalıyor ve bunu o zamana göre doğru kabul ediyor ki zamanla teknoloji değiştii zaman değişebiliyor.

A: Değişebileceğini düşünüyorsun hım..

Ö4: Evet.

- A: Evet. Mesela ben hım..bilimsel bir metodun diğer adımlarını yapmadan sadece gözlem yapsam ve bu gözlemlerden bir yorum ortaya çıkarsam ben bilimsel bir bilgi geliştire bilir miyim?
- Ö4: Hım.. Şans eseri geliştirebilirsiniz.
- A: Şans eseri! Yani mesela o zaman şöyle diyeyim bir biyolog düşünelim. Tamam mı? Biyolog bir kuş türünü inceliyor. Bu kuş türüyle ilgili bir yerde işte iki ayrı kuş türünü yuvasındaki gözlemini yapıyor. Bir yuvadaki bir tane kuş türünü böyle bir gözlem yapınca da bilimsel bir bilgiye ulaşabilir mi?
- Ö4: Yani ulaşabilir ama kesin olduğu söylenemez.
- A: Kesin değildir diyorsun. Peki gözlemle çıkarım arasında ki fark nedir? Sana göre yani gözlem nedir? Çıkarım nedir ya da yorumlama nedir?
- Ö4: Hım. Gözlem herhangi bir konuyu mesela kuşları doğal ortamında doğal koşullarında inceliyorsunuz ve bunun sonucunda ben bu kuşları gözlemledim diyoruz. Ancak yorumlama tamamıyla farklı bir şey gözlemlediğiniz şeylerden yani onu yorumluyorsunuz. Kuş su şekilde besleniyor ya da bu şekilde yaşamını devam ettiriyor gibi.
- A: O zaman biz gözlem için ne gördüğümüz diyebilir miyiz? Yani gördüklerimiz yorumlama ise bu gördüklerimizden ortaya çıkan sonuçları değerlendirme şeklinde diyoruz.
- Ö4: Evet.
- A: Peki bilim adamlarının hım.. Bu bilimsel bilgiyi geliştirirken hayal gücüne ve yaratıcılıklarının düzeyi nedir? Bununla ilgili biz bir örnek gördük mü ders işlerken hafızana gelen farklı bir hım.. hikaye var mıydı bilimin tarihine baktığımızda.
- Ö4: hım.. Aslında vardı hım.. Bilim adamı geziye gittiği zaman gölün kenarında gezip görmek için gidiyor ama orda ki yapıyı incelediği zaman farklı bir şey ortaya çıkartıyor ve bunun sonucunda da hım.. tarihe ismini yazdırıyor. Bu benim ilgimi ve dikkatimi çekmişti ki hayal gücünün de gerçekten etkili olduğunu düşünüyorum eğer insanların hayal gücü olmasaydı şu an telefonla konuşamazdık. Bilgisayarlarımızla kilometrelerce uzaktaki insanlarla konuşamazdık görüntülü olarak üstelik. Bunda hayal gücünün etkili olduğunu düşünüyorum insanların hayal gücü olmasaydı eğer şu an bu şekilde olmazdı.

- A: Peki kimyasal denge ile ilgili bir deney yaptık. Yani mikro düzeydeki bir olayı makro düzeyde incelemeye çalıştık. Bu neler kattı sana? Yani kattı mı herhangi bir şey.
- Ö4: Kesinlikle çok fazla katkısı oldu ve hım..bizim diğer arkadaşlarımız ile birlikte bu konuyu işledik ama sadece konu olarak kimyasal dengenin dengeye geldiği andan itibaren sürekli devam ettiğini öğrenmiş ve işlemiştik. Ancak bu şekilde gözlemleyebileceğimizi düşünmemiştim ama sizinle yaptığımız deneyde çok eğlenceliydi ve konuyu iyi bir şekilde anladım.
- A: Peki bunların ışığında bana bilimin doğası nedir desem ne dersin? Yani bilimin doğası ile ilgili ne gördük mesela bilimsel bilginin hangi yönü bilimin doğasını oluşturuyor. Mesela bilimsel bir bilgini değişeceğine inanıyor muyuz artık?
- Ö4: Bilimsel bir bilginin değişebileceğine inanıyorum. Kesin bir şey ortaya koymuyor. Yani şöyle ki değişebiliyor zamanla.
- A: Peki mesela bu konuda şöyle bir şey sorsam farklı bilim adamları aynı tür verilerden farklı tür yorumlar çıkarabilir mi? Bunu etkileyen onlar için ne olabilir?
- Ö4: Farklı tür yorumlar çıkartabilir tabi ki. Özellikle dinazorların yok olması konusunda farklı görüşler görmüştük. Aynı konu dinazorların yok olması ancak bazı bilim adamları büyük bir meteorun Dünya'ya çarparak yok olduklarını söylerken bazıları da farklı bir yorum ortaya koyuyorlardı. Bu insanların yorum farklılıklarından ortaya çıkıyor. Yani hım.. bir çok insan aynı şeyi düşünmek zorunda değil sonuçta dinazorların kaybolmasıyla ilgili kesin bir sonuç yok.
- A: Peki ne etkiliyor farklı bir yorum olarak açıklama getirmeleri sence?
- Ö4: Bahar: bence hım.. yapılan araştırmalar da bazıları meteor düştüğüne bazıları ise onların farklı bir konu..
- A: Mesela bilim adamlarının çalıştığı ortam etkiler mi? Onun yapacağı yorumu.
- Ö4: Evet etkiler.
- A: Etkiler. Peki, o konunun toplumsal ve kültürel değerleri etkiler mi? Yani bilim adamı bundan etkilenir mi?
- Ö4: Kesinlikle etkilenir ama bilimsel bilgi evrenseldik demiştik bu da bizi biraz çelişkiye düşürmüş oluyor ama sonuçta gerçekten etkiliyor ortam, kültür, değerler...
- A: O zaman bilimsel bilgi objektiftir diyebilir miyiz? Biraz sübjektiflik var mıdır yani.

- Ö4: Kesin bir şey söyleyemeyiz ama bilimsel bilgi kabul edildiği zaman kesinlikle evrenseldir diyebiliriz ama bunun ortaya çıkmasında gerçekten kültür etkilidir de diyebiliriz. Yani söylediklerim biraz çelişkili oluyor ama kesin bir şey söyleyemeyiz bence bu konuda.
- A: O zaman demek ki bilimin doğasını bilimsel bilginin geçiciliğine bilimsel bilginin gelişiminde hayal gücü ve yaratılığın etkisini incelemiştik toplumsal sosyal kültürel değerlerin ne kadar etkilediğini bilimsel kanunla bilimsel teorilerin ne olduğu ile ilgili bize daha net ve en azından fikir dağarcığımız da daha geniş bakmamızı sağlayabildi diyebilir miyiz?
- Ö4: Evet. Burada birçok şey öğrendik.
- A: Bilimin doğasını öğrenmeniz Şimdi tekrar başta ki soruyu sorsam bu ne sağlar sana? Yani bu öğrenmeseydik ne olurdu. Çok gereklimiydi sana göre.
- Ö4: Bunu öğrenmemiz gerekliydi. Sonuçta biz üniversiteye gideceğiz ve orada birçok farklı kurumlarda öğrenim göreceğiz belki de bu konular da belki ilerde bizde bir bilim adama olmak isteyeceğiz ve gerçekten bilime bir katkımız olacak bu yüzden bunları bilmemiz gerekiyordu sonuçta biz okula bunun için geliyoruz.
- A: Tekrar teşekkür ediyorum.

Fen Bölümü Lise 3. Sınıf Öğrencisi:Ö1

A: Araştırmacı

Yer: 11-Fen Sınıfı

Süre: 40 dk.(15.10-15.50)

Tarih: Mayıs, 2010

A: Öncelikle mülakatı kabul ettiğin için teşekkür ediyorum.

Ö1: Rica ederim.

A: hım.. Şimdi biz bu mülakatı niye yapıyoruz? Biz derslerimizde kimyasal denge konusunu bilimin doğası dersleriyle birlikte ilişkilendirerek vermeye çalıştık birlikte hım.. işledik ve bu dersler boyunca ben şu soruyla öncelikle başlamak istiyorum. Bana niçin bilimin doğasını öğrenmemiz gerektiğini söyler misin? Bu dersler boyunca bilimin doğasıyla ilgili neler öğrendik? Bununla ilgili bana ne söylemek istersin?

Ö1: Hocam bilimin doğasıyla ilgili birçok şey öğrendik yani; sonuçta öğrendiğimiz bilgilerin hepsi bilimin doğasıyla ilgiliydi. Yani teoriler olsun kanunlar olsun bunların değişip değişmeyeceği olsun. Yani yapılan bu çalışmalar hep zaten bununla ilgiliydi. Bu da bizim için gerekli yani bundan önceki derslerde öğrendiğimiz gibi kanunun felan değişmeyeceğini biliyorduk ama bu dersler sonucunda onlarında yani doğru bilgileri öğrendiğimizi düşünüyorum.

A: Peki bu derslerle bilimin doğasıyla ilgili birçok şey konuştuk birçok şey tartıştık peki bu tartışmalarımızda senin ilgini çeken uzun süre üzerinde tartıştığımız konular nelerdi?

Ö1: Hocam teori ve kanun üzerinde tartıştık. Kanunun ben değişmeyeceğine inanıyordum. Bu zamana kadar öyle öğrenmiştik. O benim çok dikkatimi çekti. Bir de Kd hesaplamalarında ürünler ve girenler tarafında yani denge anında ne kadar deney yaptığımız sonucunda da yani ne kadar deneye devam etsek de denge anında hiç bir şeyin değişmediğini öğrendik. Bu da benim çok dikkatimi çekti.

A: Peki bu öğrendiklerinden yola çıkarak sen teori ve kanunların değişebileceğine inanıyorsun.

Ö1: Evet

- A: Peki bunların hiyerarşik yapısına bakarsak teori ve kanun nedir diye sorarsam sana ne dersin?
- Ö1: 11... Kanun bi konu hakkındaki yani evrensel bi konu hakkındaki tanımlamadır. Teori ise açıklamadır. Teori daha geniş kapsamlıdır. Çünkü o konudaki tüm olguları değerlendirir. Kanun sadece o konu hakkında tanımlama yapar.
- A: Peki bunlar arasında hiyerarşik bir yapı var mıdır? Yani doğru olur doğru olmaz diyebilir miyiz yoksa teori oluşabilir veya hiç teori oluşmadan kanun da oluşabilir diyebilir miyiz?
- Ö1: Hocam bence birbirleriyle bağlantılı kurmamıza gerek yok. Çünkü özellikle insanlar teorilerin gelişmiş biçimi olarak kanunu düşünürler ama bence bu yanlış. Çünkü birbirinden ayrı olabilir. Dediğim gibi ayrı ayrı da incelenebilir.
- A: O zaman bunlar arasında hiyerarşik bir yapı yoktur diyorsun. Yani hani sırayla önce şu oluşur ondan sonra bu oluşur sonra şu oluşur yoktur diyorsun evet.
- Ö1: Evet
- A: Peki kanunlar ve teoriler bilimsel bilginin bir parçası mıdır?
- Ö1: Evet bilimsel bilginin bir parçasıdır.
- A: O zaman bilimsel bir bilgi değişebilir mi?
- Ö1: Değişir.
- A: Ha değişir dedik. Peki, bilimsel metot hakkında neler öğrendik? Nedir bilimsel metot?
- Ö1: Hocam bilimsel metot bir konudaki yapılan araştırmaların hani 11.. tüm araştırmalar deneyler gözlemler yani bir bilimsel bilgiye ulaşmak için yapılan tüm yollardır.
- A: Peki bunda belli bir sıra var mıdır?
- Ö1: Belli bir sıra yoktur. Çünkü beklenmedik bir anda da ortaya çıkabilir. 11.. Newton mesela yerçekimini çalışmaları sonucunda bulamadı ama beklenmedik bir anda buldu. Yani o şekilde de olabilir.
- A: Peki o zaman senin üçüncü soruna bir bakalım. Bu açık uçlu anket sorularına verdiğin cevaplarına. Üçüncü soruda demişiz ki mesela bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir sorusuna ne demişsin?
- Ö1: Evet gereklidir demişim.
- A: Neden?

- Ö1: Bilimsel bir bilginin gelişmesi için bence deney gereklidir. Deney sayesinde bilimsel bilginin doğruluğu kanıtlanabilir. Yapılan her deneyle üzerinde çalışılan bilgi daha genişletilebilir.
- A : Peki ııı.. o zaman deney kesinlikle gerekliyse deney olmadan bilimsel bilgi gelişemez mi?
- Ö1: ııı.. Bilimsel bir bilgi gelişir. Yani; deney mesela nasıl deyim tarih coğrafya gibi konularda deney kullanılmayabilir ama kimya gibi derslerde deneyle kanıtlanır.
- A: Fizik kimya biyoloji için deneysiz bilimsel bilgi gelişmez diyebilir miyiz?
- Ö1 : Deneysiz.. Gelişebilir bence sadece gözlemle de gelişebilir.
- A: Mesela bir biyolog diyelim ki bir kuş türünü inceliyor. Üç ay bir yere kurdu işte düzenek üç ay boyunca o kuş türünde farklı yuvalardaki kuşları gözlemledi. Bu gözlemleri sonucunda herhangi bir bilimsel bilgiye ulaşabilir mi?
- Ö1: Hocam bir bilimsel bilgiye ulaşmak için öncelikle diğer bilim adamları o kişinin ortaya attığı konu üzerinde incelemeler yapıyorlar. Onların sonucunda cevap verebilmelidir. Yani onların sorularını cevaplayabilirse bence deneye gerek kalmaz.
- A : Yani bilimsel bir konudaki soruların hepsini cevaplayabiliyorsa ıı.. bu şekilde deneye gerek kalmaz diyorsun.
- Ö1: Evet
- A: Peki gözlem ve çıkarım arasındaki fark nedir? Yani; gözlem nedir? Çıkarım nedir?
- Ö1: Gözlem bir konuda hakkındaki gözlem yani doğada olsun gözlemlediklerimiz yani ıı... Nasıl desem? Dikkatimizi çeken şeylerdir. Çıkarımlarda bunların hani o gözlemler sonucunda elde ettiğimiz bilgilerdir.
- A: Nasıl? Mesela şurada bir gözlem yapsak. İşte ben desem ki bana suyun sıcaklığını belli aralıklarla ölç desem. Böyle bir gözlem yap suyun sıcaklığının değişikliğini gözlemle desem. Bununla ilgili bir gözlem yaptığını düşünelim. Burada gözlem nedir? Çıkarım nedir?
- Ö1: Gözlem hani onu ortaya koymak için yaptığımız sıcaklığı sabit tutarak yaptığımız çalışmalardır. Çıkarımda bunun sonucunda ortaya koyduğumuz açıklamalardır.
- A: Evet. Peki, beşinci soruna bakalım. Bilimsel teori nedir demişiz. Nedir bilimsel teori?

- Ö1: Bilimsel teoriler ortaya konulmuş bilimsel bilgilerdir. Doğruluğu kesin olarak kanıtlanmamıştır. Bilimsel teoriler değişime açıktır.
- A: Değişime açıktır demişsin.
- Ö1: Evet
- A: Altıncı soruna bakalım. Bilim insanlarının ders kitaplarımızda atom konusunda atomla ilgili modeller görüyoruz.
- Ö1: Evet.
- A: Bilim insanları atomun yapısından kesin olarak eminler mi diye bir soru sormuşuz.
- Ö1: Bilim insanları bu konuda kesin olarak emin olamazlar. Çünkü atomun konusu hakkında birçok teori geliştirilmiş. Her zaman bir sonraki teori bir önceki teoriyi çürütmüştür. Bu konuda yeni bir teori geliştirilebilir. Yani bilim adamları tam kesin teoriyi geliştirmeseler de her geçen gün daha da yaklaşılmaktadır.
- A: Fikirleri niye değişir bilim adamlarının?
- Ö1: Hocam bir bilim adamının çalışma yaptığı zaman bir şeyi gözden kaçırdığında başka bir bilim adamı onun üzerinde çalışma yaparken dikkatini çeker ve bir öncekinin üstüne yeni şeyler katarak eski teoriyi çürütebilir.
- A: Anladım. Peki, bu bilim adamının ortaya koyduğu bilginin değişmesinde yaşadığı kültürün yaşadığı toplumun bir etkisi var mıdır?
- Ö1: Yaşadığı toplum olsun ondan sonra kültürü olsun inanışları mesleği hepsi etkindir bence.
- A : O zaman bilimin ııı.. o değerleri yansıtıyor.
- Ö1: Evet.
- A : Hım.. Peki, bilimin gelişmesinde ve değişmesinde hayal gücünün etkisi var mıdır?
- Ö1: Evet olmak zorundadır bence bilim adamlarının en önemli özelliği hayal gücü ve yaratıcı olmalarıdır. Bir şey dikkatini çektiği zaman onun üzerinde düşüncelerini kanıtlamaya çalışırlar bence önemlidir.
- A: Tüm bu sorularımın ışığında bilimin doğası nedir desem ne anlatırsın bana? Yani biri sana dese ki bilimin doğası kavramından ne anlıyorsun dese ne dersin?
- Ö1 : ııı.. Bir bilgiyi mesela nasıl desem evrenin mesela bütün insanları ilgilendiren çalışmalar ve bunlar sonucunda ortaya konan bilgiler bence bilimin doğasıyla ilgilidir.
- A : ııı.. Bilimin hangi özelliklerini gördük bilimin doğası kapsamında mesela.

Ö1: Bilimin tarafsız olduğunu gördük.

A: Peki objektif midir bilim?

Ö1: Aslında bilim tarafsız olmak zorundadır ama bilim adamları her ne kadar tarafsız olmak zorunda olsalar da bunu başaramadıkları zamanlarda oluyor. Çünkü onların etkilendikleri yaşadıkları ortam olsun bence bunların değişmesinde etkindir.

A: Başka bilimin hangi yönlerini gördük? Mesela bilimin geçiciliği konusunda bir şey gördük mü?

Ö1: Evet bilimin geçiciliğini gördük. Bilimsel bir bilgi zamanla değişebilir yerine yeni bilgiler getirilebilir bunu öğrendik.

A: Evet kanun ve teori arasındaki farkları öğrendik değil mi? Bunların doğasını oluşturur öylemi

Ö1: Evet bunlar bilimin doğasını oluşturur.

A: Evet teşekkür ediyorum.

Ö1: Rica ederim.

Fen Bölümü Lise 3. Sınıf Öğrencisi:Ö2

A: Araştırmacı

Yer: 11-Fen Sınıfı

Süre: 40 dk.(15.10-15.50)

Tarih: Mayıs, 2010

- A: Ö2 öncelikle mülakatı kabul ettiğin için teşekkür ederim.
- Ö2: Rica ederim.
- A: Biz kimyasal denge konusuyla birlikte bilimin doğasıyla ilgili dersleri birlikte götürmeye çalıştık. Bu katıldığın dersler süresince bana niçin bilimin doğasını öğrenmemiz gerektiğini söyleyebilir misin? Bu dersler boyunca bilimin doğasıyla ilgili neler öğrendik? Bununla ilgili ne söylemek istersin?
- Ö2: Bilimin doğası sürekli sistematik bir şekilde çalışmalar ve araştırmalar ile deney ve gözlemlerle her türlü yapılan, araştırılan bilgilerin özellikleridir. Yani bilim sürekli araştırmalar, deney ve gözlemlerle yapılıyor ve bu her türlü konu olabilir.
- A: Peki biz bu dersler boyunca bilimin doğası ile ilgili birçok şeyi konuştuk. Sana ilginç gelen, çok üzerinde tartıştığımız konular ve noktalar var mıydı?
- Ö2: Derslerde özellikle daha çok kanun ve teori tartıştık. Ben önceden kanunun değişmeyeceğini, teorinin ise değişebileceğini düşünüyordum. Ama şimdi öğrendim ki ikisi de değişebilir. Yani bilimde kesin bir yargı yoktur. Yani bilim yaşayan bir canlı gibidir. Sürekli kendini yeniler ve değişebilir.
- A: Peki bilimsel bilgi değiştirilebilir mi?
- Ö2: Bilimsel bilgi de değişebilir. Önceki bilgilerin üzerine yeni bilgiler koyularak başka bir bilim adamı önceki bilgiyi değiştirebilir.
- A: Peki bu bilimsel bilgi ııııı kanunun parçası mıdır?
- Ö2: Evet, yani kanunlar, teoriler bilimsel bilgiyi oluştururlar.
- A: Peki bu derslerimiz boyunca bilimsel metot uyguladık mı?
- Ö2: Herhangi bir hiyerarşik bir şekilde sıralanmış metot uygulamadık. Tabii ki öncelikle hayal kurarak veriler toplanarak bir hipotez kuruluyor daha sonra deney ve gözlemlerle kanun ve teori ortaya çıkıyor. Ama her zaman bu sırayı gözlemlemek zorunda değil bilim adamı. Bu sırayı gözetlemeye gerek yok.
- A: Peki senin bilimsel metot hakkında ankete verdiğin cevaplara bakalım. Üçüncü soruyu bi inceleyelim. Soruda demiş ki bilimsel bir bilginin gelişmesi için deney gerekli midir? Ne demişsin buna?

- Ö2: Bilim deneylerle ispatlanır. Bilim insanı bunu hipotezlerle kanıtlar. Yani bilim gereklidir demişim.
- A: Yani bütün bilimsel bilginin gelişmesi için deney gerekli midir?
- Ö2: Şuandaki görüşüm bütün çalışmalar için deney gerekli değildir.
- A: Mesela
- Ö2: Mesela bir fizik de biyoloji de deney gerekli olabilir.
- A: Peki dördüncü soruya ne demişsin bakalım;
- Ö2: Başka bir bilim adamı önceki bilgiyi yeniden kanıtlarsa bu bilgi değişebilir. Örneğim; atomu ilk bulan bilim adamından sonra başka bir bilim adamı incelemeler yaptı ve değişti. Ve bundan sonrada değişebilir.
- A: Peki altıya bakalım. Ona ne demişsin? ııı.. Bizim derskitaplarında atomun modellerini görüyoruz de mi? Bundan yola çıkarak bilim insanları atomun yapısından eminler mi de böyle model resimleri görüyoruz?
- Ö2: Hayır. Atomun yapısı bugünkü halini alana kadar birçok kez değişmiştir. Bundan sonrada değişebilir. Bilimde kesin bir şey yoktur.
- A: Peki biz atomu kesin olarak görebiliyor muyuz?
- Ö2: Hayır. Kesin olarak göremeyiz.
- A: Peki o zaman kitaplarda gösterilen nedir?
- Ö2: Bilim insanları incelemeler yaparak o şekilde olduğu ispatlanmış. Deney ve araştırmalar yaparak o an için öyle düşünülmüş fakat bu değişebilir Başka bir bilim adamı bunu değiştirebilir.
- A: Peki niçin bilim adamının fikirleri değişebilir?
- Ö2: ıııı... Bilim adamlarının yaşadıkları ortam, kültürel yapıları, inanışları, yaşları, cinsiyetlerine göre, bulundukları koşullara göre fikirleri değişebilir.
- A: Yani fikirlerinde değişiklikler olabilir diyorsun.
- Ö2: Evet. Örneğin; insanların gelişim sürecinde ve maymunlarla ilgili şimdiye kadar hep erkek bilim insanları araştırma yapmış, hiç bayan bilim insanı araştırma yapmamıştır.
- A: Yani bayan bilim insanı sayısı azdır ve cinsiyeti bilimsel bilginin değişikliğini etkileyen faktör olarak görüyorsun. Peki, bilimsel bir metot da bütün adımları sırayla takip edilmeli midir? Yani doğrusal bir yolu yok mudur?
- Ö2: Hayır hepsini sırayla takip etmemize gerek yoktur.

- A: Peki ben şöyle bir soru sorsam; ben bilimsel bir bilgi ortaya koymak istiyorum. Ben bu adımları takip etmeden sadece gözlem yapsam gözlem yoluyla ben bir bilimsel bilgi elde edebilir miyim?
- Ö2: Yaptığımız gözlemleri kanıtlamamızda gerek. Hangi konuda yaptığın araştırmaya göre de bu değişebilir. Zaten öncelikle bir hayal kurarak problemi saptamamız gerekiyor. Araştırma yapmamız gerekiyor.
- A: Hı hı Peki gözlem nedir?
- Ö2: Gözlem doğada olup bitenleri gözlemlenmesidir tabi kişiye göre değişebilir.
- A: Gözlemlenmesidir. Peki, çıkarım nedir?
- Ö2: Gözlemler çıkarımları oluşturur ve çıkarım gözlemlere göre daha geniş kapsamlıdır.
- A: Peki. İkimizin de bir bilim adamı olduğumuzu düşünelim. İkimizde aynı ortamda, aynı saatte, aynı koşullarda bir konu hakkında gözlem yapalım. Diyelim ki ikimizden de bu ortamı yorumlamamız istendi. İkimizden de farklı sonuç çıkabilir mi? Farklı düşünebilir miyiz?
- Ö2: Evet. Eğer ikimizde aynı konularla ilgileniyorsak aynı düşünebiliriz. Fakat farklı konularla ilgileniyorsak farklı sonuçlar ortaya çıkar. Mesela siz kimya ile ilgileniyorsanız ben de biyoloji ile ilgileniyorsam siz kimya ile ilgili yorum yaparsınız bense biyoloji ile ilgili yorum yaparım. Farklı sonuçlar ortaya çıkar.
- A: Peki gözlemle çıkarım arasındaki fark nedir?
- Ö2: Aslında birbirini bütünler. Gözlem olmadan çıkarımlar da olmaz. Ama çıkarımlar daha geniş kapsamlıdır.
- A: Yani burada ne vardır?
- Ö2: Yani, ister istemez farkında olmadan taraf tutar, çıkarım yapar.
- A: Yani işte ben şu tarihte şunları gördüm. Siz gözlemi not edersiniz, kaydedersiniz. Ve bunların ışığında da ortaya koyduğumuz yorumlara çıkarım diyoruz.
- Ö2: Evet çıkarım diyoruz. Yani gözlemle çıkarım arasında yorum farklılıkları olabilir.
- A: Peki o zaman; bilimsel bilgideki hayal gücü ve yaratıcılığın rolü nedir?
- Ö2: Yani insan hayal ettiği her şeyi yapabilir. 'Einstein'ın dediğine göre insanın hayal ettiği her şey bundan yüzyıllar sonra bile olsa gerçekleşebilir.
- A : Peki bilimsel bilginin oluşumunda etkili midir hayal gücü?

Ö2: Zaten bilimsel bilginin çıkmasında en baştaki rol hayal gücüdür. İnsanların yaratılışında da meraklı bir insandır. İnsanın merak ettiği konular bilimin konusunu oluşturabilir.

A: Peki toplumsal ve kültürel değerler bilimsel bilgiyi etkiler mi?

Ö2: Evet bilim insanlarının içinde bulundukları kültürel, sosyal değerler insanı etkiler. İnceledikleri konular görüşlerini etkiler.

A: Peki bu tartışmalardan sonra bilimin doğası nedir desem ne dersin?

Ö2: Bilimin doğası; bilim insanlarının tahminler yaparak, deney ve gözlemlerle ortaya koydukları bütün çalışmalardır.

A: Çalışmalardır diyorsun.

Ö2: Evet

A: Evet, mülakata katıldığın için teşekkür ederim.

Ö2: Rica ederim.

Fen Bölümü Lise 3. Sınıf Öğrencisi:Ö3

A: Araştırmacı

Yer: 11-Fen Sınıfı

Süre: 40 dk. (15.10-15.50)

Tarih: Mayıs, 2010

- A: Kimyasal denge konusuyla ilgili, bilimin doğasıyla ilgili dersleri birlikte işledik, sende bu derslere katıldın Hım ... Bunların dışında bana niçin bilimin doğasını öğrenmemiz gerektiğini söyler misin? Yani biz bu dersler boyunca bilimin doğası ile ilgili neler öğrendik. Hım.. Bunlar hakkında ne söylemek istersin bize
- Ö3: İnsan mesela merak ettiği konuları araştırır bilimde böyle bir konu çünkü bilim çok geniş bir konudur insan sürekli merak eder yani yaratılışımız zaten insan, meraklı bir varlıktır. Merak ettiği için de kafasında oluşan sorulara cevap arar. Bu yüzden bilime ihtiyaç duyar.
- A: Peki bu bilimin doğası hım.. ile ilgili pek çok şey konuştuk bu derslerimizde neler aklında kaldı, neleri tartıştık sizlerle birlikte yani işte bu tartışmalar yaptığımız, fikir ayrılıkları yaşadığımız bölümler var mıydı, şöyle bir derslerimizi geriye dönüp düşünürsen neler söylemek istersin?
- Ö3: Mesela bilim hım.. bilimde kanunlar vardır. Kanunların mesela bir kısmınız değişebileceğini bir kısmımız değişmeyeceğini hım.. savunduk. Mesela biz eskiden kanunun değişmeyeceğini biliyorduk ta ki bu dersimize kadar.
- A: Peki şimdi kanun değişir mi? Değişmez mi?
- Ö3: Bence değişir. Çünkü bilim geliştikçe, teknoloji geliştikçe insanlar kanunlar yapar ama bilim geliştiği için bu kanunlarda sürekli değişim içindedir.
- A: Peki o zaman hım . bütün kanunlar değişebilir mi? Böyle diyebilir miyiz?
- Ö3: Yani bir şey bulana kadar o kanunu kabul ederiz. O kanun üzerinden hım.. mesela deneyler yaparız ama yeni kanun bulununca o eski kanunu göre değişir.
- A: Peki bu hım .. kanunlar bilimsel bilginin bir parçası mıdır?
- Ö3: Evet.
- A: Teori?
- Ö3: Teoride kanundan önce gelir. İnsan mesela bir tane konuyu merak ediyor önce o konuyla ilgili verileri toplar ondan sonra hipotezini kurar sonra teorileri kendince

teorilere ulaşır ve en sonunda da deney ve gözlemlerle bunu ispatlamak ister ve kanunlar oluşur.

A: Peki sen bunları nereden öğrendin?

Ö3: Yani eski bilgilerimize göre .

A: Eski bilgilerimize göre. Peki, bilimsel bilgiler değişebilir mi?

Ö3: Evet bilimsel bilgide teknoloji ve bilim geliştikçe gelişir.

A: O zaman kanun ve teori bilimsel bir bilgi midir?

Ö3: Evet.

A: Evet. Peki hım ..Bilimsel metot diyince ne anlıyorsun?

Ö3: Metot mesela bir konuyla ilgili araştırma yöntemleri o konuyla ilgili gözlemlerimiz bilimsel metot da bilimsel deney ile ilgili yaptığımız araştırmalar deneyler ..

A: Hım .. Peki, biz bunu uyguladık mı derslerimizde böyle şeyler. Yani bilimsel metot sırası izledik mi?

Ö3: Mesela biz bir tane kimyasal denge ile ilgili hım .. Deney yaptık. Bu deneyde bazı kurallar belirledik işte öce suyu boşaltmak gıda boyasını katmak bunları metotlara göre belirledik.

A: Sonra ne yaptık? Bunlar sonucunda.

Ö3: Deney yaptıktan sonra belirli bir grafik hazırladık. Bu grafikleri kendi yaptığımız sonuçlara dayalı yaptık. Daha sonrada kimyasal denge formülünü ortaya çıkardık. Biz önce bunları kitaplardan işte $K_d = \text{ürünler} / \text{girenler}$ olarak biliyorduk ama deneyde mesela kendimiz bunu iyice ispatlamış kafamızda daha iyi oluşmasını sağladık.

A: Hı hı. Şimdi senin bunlarla ilgili verdiğin anketlerimize bir bakalım. Mesela üçüncü soruya bir bakalım. Üçüncü soruda ne demişsin? Üçüncü soru neydi? Bilimsel bilginin gelişmesi için deney gerekli midir?

Ö3: Evet gereklidir.

A: Gereklidir, sonra.

Ö3: Çünkü deneyle ispat edersek bütün dünya tarafından benimsenebilir. Yani deneyle bir şeyleri ispat ederiz ve gerçekliğe kavuştururuz. Ancak deneysiz kendi görüşlerimizi savunursak bu görüş sübjektif olur.

A: Sübjektif olur. Peki bilimsel bilginin değişimi için her zaman deneye ihtiyacımız var mı?

- Ö3: Bazı derslerde yani bazı dallarda gereklidir: Fizik, kimya, biyoloji gibi. Çünkü bunlar sayısal derslerdir. Hem de deneylerle ispat edilebilir. Çünkü bunlarda belirli mesela kurallar vardır.
- A: Peki bilim insanı bilimsel bir teori geliştirdikten sonra bu teori zamanla değişebilir mi? Ne yazmışsın dördüncü soruna mesela?
- Ö3: Değişebilir yazmışım. Bence değişir. Çünkü insan sürekli sorgulayan merak eden bir varlık olduğu için bulduklarıyla yetinmez sürekli yeni şeyler kafasını kurcalar ve bunlara cevap arar eğer bir cevap bulduysa bir müddet sonra bu cevabından şüphe eder yeni bir takım bilgiler bulur ve ortaya çıkarır.
- A: Çıkarır demişsin. Peki, bilimsel teori nedir?
- Ö3: Bilimsel teori hım.. kesin olarak ispatlanmamış ama belli hayal gücüne yaratıcılıklara dayanarak ortaya konmuş bilgilerdir ama kesin olarak ispatlanmamıştır.
- A: Kanun? Bilimsel kanun?
- Ö3: Kanun teorisinin biraz daha gelişmiş halidir. Yani kanunlar teorilerden oluşabilir diyebiliriz.
- A: Diyebiliriz. Peki, böyle bir hiyerarşik yapı var mı? Yani işte hipotez teori kanun mudur biri olmadan diğeri gerçekleşmez mi?
- Ö3: Yani biz genelde öğrenmiştik. Önce mesela verilerin bulunması hipotez deneyle gözlem sonra teori ve kanunlar ..
- A: Peki bilimsel teori ile kanun arasındaki fark nedir sana göre? Ne yazmışsın mesela orda bir bakalım beşinci soruda bilimsel teori ile bilimsel kanun arasındaki fark nedir?
- Ö3: Kanunlar teorilerden oluşur. Teoriler de hipotezlerden oluşur. Yani şöyle açıklarsak kanun geniş kapsamlı olduğu için bulduğumuz sonucu bireysel olarak algılarız. Teoriler ise daha basittir.
- A: Hım.. mesela bilim adamları atomun yapısı ile ilgili teoriler geliştirmiş o zaman bu bilim adamları atomun yapısından kesin olarak eminler mi?
- Ö3: Yani o zaman ki buldukları bilgilere göre eminler. Zamanın koşullarına göre bir bilim adamı yeni bir şey bulursa tabi ki o teoriler çürütülebilir.
- A: Peki niye inanıyorsun bilim adamı neyi değişebilir?
- Ö3: Bence değişir. Çünkü önceden hani insan sürekli merak ettiği için yani sürekli bilimi sorgulamak istiyor.

- A: Peki ne anlıyorsun o soruda altıncı soruda fikirlerin niçin değiştiğini açıklayın dediğimizde.
- Ö3: İnsan sürekli kendini geliştiriyor, değişiyor zamanla insanlar teknolojiyi değiştirebilir yeni fikirler bulabiliyor buda bize bilgilerin değişebileceğini gösteriyor. Yani bulunan bilgi doğrudur ya da yanlıştır gibi bir şey söylememiz söz konusu değildir.
- A: Peki biz bilim adamı olarak araştırma yaparken hani bilimsel metotlardan bahsettik hep o bilimsel metotların aynısını takip etmek zorunda mıyız?
- Ö3: Yani genel olarak genelde ederler.
- A: Ederler. Peki, farklı bir sıra izleyebilir mi?
- Ö3: Tabi ki her bilim adamı kendine göre bir yol belirlemiş olabilir. Kendi kurallarına göre yani ..
- A: O zaman sen bilimsel bilginin hım. doğrusal bir yol izlenerek bulunmadığını düşünüyorsun. Hani o sırayı takip etmek zorunda mıdır? Değil midir?
- Ö3: O her bilim adamına göre değişir. Her bilim adamı kendini nasıl güvende hissediyorsa nasıl merak ediyorsa kendine göre sorular hazırlar.
- A: Mesela ben bilimsel bir yol veya metotun diğer hiçbir yolunu yapmadan bir gözlem yoluyla bilimsel bir bilgi geliştirebilir miyim?
- Ö3: Yani aslında bilimsel bilginin ortaya konulması için gözleme ihtiyaç vardır. Deneylere de ihtiyaç vardır ama gözlem ve deneyler olmadan bence olmaz.
- A: Yani gözlem yoluyla sadece ben gözlem yoluyla gözleyip bulunan gözlem sonucunda bir şeyler ortaya koysam bilimsel bilgi geliştirebilir miyim?
- Ö3: Evet geliştirebiliriz.
- A: Geliştirebiliriz.Peki şimdi hım.. Gözlemle çıkarım arasındaki ayrıma bakalım. Gözlem nedir sana göre çıkarım nedir?
- Ö3: Gözlem insanın belli bir konuda gördüğü yani belli bir süreç için o konuyla ilgili gözlemlediği sonuçlardır. Çıkarımlar ise insanın o gözlemlediği sonuçlardan hayal gücünü katarak belli sonuçlara ulaşmasıdır.
- A: Yani bilim adamının çıkarımları farklı olabilir mi? Yani mesel aynı olayı gözleyip de farklı çıkarımlarda bulunabilir mi? İki farklı bilim adamı mesela.
- Ö3: Yani tabi ki farklı olabilir.
- A: Niye yani onun farklı yollara gitmesindeki etkileri nedir onun

- Ö3: Bulunduğu ortam zaman koşulları mesela bir bilim adamı önceki bilim adamından belki birkaç yıl önce belki bir yüz yıl önce yaşamış olabilir bu onun zamanında etkilidir.
- A: Mesela kimyasal denge konusunda biz bilim adamlarının işleyişimize baktığımızda tarihsel neler bulduklarına bir göz gezdirdik değil mi okuma parçalarıyla ondan sonra bilim adamlarının yaptıkları çalışmaları gözlemledik. Burada bilim adamlarının hayal gücü ve yaratıcılıklarının etkileri var mıdır? Bilimsel bir bilginin gelişimi için.
- Ö3: Evet vardır. Mesela bir tane bilim adamı Mısır'a geziye gidiyordu orda mesela
- A: Nil kenarındaki kayalıklardan
- Ö3: Orda bir kimyasal dengenin olduğunu görüyordu ve bunu da araştırdı gözlem ve deneylerine bağlı olarak açıklıyordu.
- A: Açıklıyordu. Peki, bütün bunların ışığında ben san sunu sorsam bilimin doğası nedir desem ne dersin?
- Ö3: bilimin doğası insanın merak ettiği soruları sorguladığı sorularına cevap arayan yani bilimle ilgili her şeydir.
- A: Bilimle ilgili her şeydir. Evet, öncelikle bu mülakatı kabul ettiğin için teşekkür ederim.

Fen Bölümü Lise 3. Sınıf Öğrencisi:Ö5

A: Araştırmacı

Yer: 11-Fen Sınıfı

Süre: 40 dk.(15.10-15.50)

Tarih: Mayıs, 2010

- A: Evet, mülakatı kabul ettiğin için öncelikle teşekkür ederim.
- Ö5: Rica ederim.
- A: Hımm. Şimdi biz biliyorsun derslerimizde kimyasal denge konusu ile birlikte bilimin doğası anlayışlarına ilişkin ilişkili dersleri işledik. Öyle değil mi? Ve bu derslere katıldın.
- Ö5: Evet hocam.
- A: Hımm. Ben öncelikle şunu merak ediyorum. Bu derslerde sana göre yani bu öğrendiklerinden sonra bilimin doğasını öğrenmemiz niçin önemli, ne için gereklidir? Bununla ilgili neler söylemek istersin bu dersler boyunca bilimin doğası ile ilgili neler öğrendiğini bilmek isterim.
- Ö5: Hocam bence bilimin doğasını öğrenmemizdeki önemli nokta yani bundan önce bilimin doğasını bilmiyorduk. Derslere sadece ders gözüyle öğrenip geçmemek için bakıyorduk derslere ve ona göre çalışıyorduk. Bilimin doğasını öğrenince bilimsel bilginin ne olduğunu özelliklerinin ne olduğunu, hayatta bize lazım olabileceğini anladım
- A: Peki hangi yönlerden yani mesela bilimle, bilimsel bilgi ile bazı anlayışları öğrenmek sana ne kazandırdı? Senin bakış açına herhangi bir etkisi oldu mu?
- Ö5: Benim bakış açımda tabi ki de etkisi oldu hocam.
- A: Mesela biz bu derslerde neler tartıştık? Bu derslerin içeriğini şöyle bir geriye dönüp tekrar etmek istersek neler tartıştık? Neler üzerinde durduk? Ne yaptık? Onları bizimle paylaş istersen.
- Ö5: Hımm. Bu derslerde bilimde hayal gücünün kullanılıp kullanılmadığını, bilimin var olup olmadığını, bilimle ilgili pek çok şeyi tartıştık. Çok konuda fikir ayrılıklarına düştük.
- A: Mesela?
- Ö5: Mesela. Bilimde hayal gücünün kullanılıp kullanılmaması konusunda çok fikir ayrılıklarına düştük.

- A: Evet. Peki başka ne öğrendin? Mesela fikir ayrılıkları dediğimiz nelerdir? Hangi konularda fikir ayrılıklarına düştük?
- Ö5: Ya işte hayal gücü kullanılır derken bazı arkadaşlarımız hayal gücü kullanılsaydı bilim bu şekle gelemeydi yani bilim bu şekilde gelişemezdi hayal gücü kullanılmamıştır derken, bazı arkadaşlarımız hayal gücü kullanılmıştır. Bu sayede bilim bu kadar gelişmiştir, bilimin bazı alanlarında hayal gücü kullanılıyordur gibi tartışmalar oldu.
- A: Peki başka?
- Ö5: Ya tek tartışmamız bilimin bize her konuda yardımcı olup olmayacağını, bilimi öğrenmemiz gerektiğini, bilimin doğasını bilmemiz gerektiği konularında da tartışmalarımız oldu. Bazı arkadaşlarımız bilimi öğrenmemizin bize çok fayda sağlamayacağını, bazı arkadaşlarımız ise bize fayda sağlayacağını söyledi.
- A: Peki yani o zaman bilimi öğrenmek ne fayda sağlar yani bilimin bu şekildeki yönlerini bilmemiz, bilime ait bu yönlerin olduğunu bilmek ne fayda sağlar size? Yani bunun size faydalı olduğuna inanıyor musun?
- Ö5: Bunun bize faydalı olduğuna inanıyorum hocam. Çünkü bu araştırmaları bu deneyleri yapmadan önce sadece bilimin sözlük anlamının ne olduğunu öğrenip geçiyorduk. Şimdi ise bunları anlayarak, oturarak öğreniyoruz ve bununda bizim için daha faydalı olacağını ve bunları bir daha unutmayacağımızı düşünüyorum.
- A: Peki neydi mesela biz bunları nasıl daha farklı işledik? Normal derslerinize göre onları söyler misin?
- Ö5: hımm. Normal derslerimizde hocalar yazdırıp, anlatıp geçerken biz burada deneylerle, gözlemlerle, kendimiz araştırmalar yaparak, kendimiz anlatarak işledik dersleri yani kendimiz çabaladık derslerde ve bizim için daha faydalı oldu.
- A: Peki kimyasal denge konusunu nasıl işledik biz? Bize bir anlatır mısın?
- Ö5: Kimyasal denge konusunu biz burada bazı deneyler yaparak, deneyleri kendimiz yaparak kendimiz çabalayarak, yaptığımız deneylere göre grafikler oluşturarak, bu grafikleri yorumlayarak çeşitli konularda araştırmalar yaparak işledik.
- A: Peki kimyasal dengenin tarihi geçmişine baktık mı? Bu bize ne fayda sağladı?
- Ö5: Kimyasal dengenin tarihi geçmişini, kimyasal dengenin nasıl oluştuğunu, nerden geldiğini öğrendik.

- A: Peki bu ne yarar sağladı? Yani bunları görmesek ne olurdu? Bilim adamların yaptıkları çalışmaları bilmemiz ya da bilmememiz bize ne gibi bir ayrıcalık sağladı? Yani bunun bize kattığı artılar nelerdir?
- Ö5: Hımm. Bunu öğrenmemiz hem kimya dersini sevmemizi hem de bildiğimiz konuları bu konuyu öğrendikten sonra araştırmalar yapmamızı konuyu daha da ileriye götürmemizi ve diğer konulara daha bilgili şekilde girmemizi sağladı.
- A: Peki başka bilimsel bilgi deyince ne anlıyorsun? Mesela bilimsel bilgi nedir?
- Ö5: Bilimsel bilgi deyince hocam belirli konularda araştırmalar yaparak ortaya konulmuş bilgilere bilimsel bilgi denir.
- A: Peki teori ve kanun nedir?
- Ö5: Teori ve kanun. Teori, araştırmalar gözlemler yapılarak bir bilgi ortaya konulduktan sonra ortaya çıkan hipotezlere teori denir. Teorinin dünyaca, bütün bilim adamları tarafından kabul edilmiş haline ise kanun denir.
- A: Peki teori ile kanun arasındaki fark nedir?
- Ö5: Teori ile kanun arasındaki fark. Teori bütün dünyaca bütün bilim adamları tarafından kabul edilmemişken kanun bütün dünya tarafından kabul edilmiştir. Evrenseldir.
- A: Peki ben hipotez ya da kanun desem bunların hiyerarşik bir dizilimi var mıdır? Yani bu olursa bu olur şeklinde midir?
- Ö5: Evet hocam. Bilimsel bir araştırma yaptıktan sonra önce o konu ile ilgili bir hipotez konulur. Hipotezden sonra belirli araştırmalar deneyler ve gözlemler yapılarak teoriler ortaya konulur. Teorilerde kabul edilerek daha da fazla araştırmalar yapılarak kesinliği kabul edildikten sonra kanunlar ortaya çıkar.
- A: Böyle bir hiyerarşik yapı vardır diyorsun. Öyle mi?
- Ö5: Evet.
- A: Peki değişebilir mi bunlar?
- Ö5: Değişmez.
- A: Bilimsel bilgi teori ve kanun asla değişmez?
- Ö5: hmm. Bilimsel bilgi değişebilir hocam. Çünkü günümüzde teknoloji ilerliyor ve bilimsel bilgi ile ilgili sürekli yeni bir şeyler bulunuyor ve bu yalanlanıp yerine yeni bir şey getirilebiliyor.
- A: Teori ve kanun değişebilir mi?
- Ö5: Teori değişebilir ama kanun geliştirilebilir.
- A: Geliştirilebilir. Peki, kanun değişmez diye bir ifade doğru bir ifade midir?

- Ö5: Kanun değişmez diye bir ifade doğru değildir.
- A: Doğru değildir. Peki neden?
- Ö5: Hocam. Çünkü atomun yapısında da Dalton'un bulduğu atom oda bir kanundu. Hayır, o teori idi hala teori.
- A: hmm. Teoride bir modelden mi bahsediyor acaba?
- Ö5: Bir modelden bahsediyor hocam.
- A: Peki model nedir?
- Ö5: hımm. Model, atomla ilgili mesela belirli bir araştırma yaptıktan sonra ona göre hayal gücünü de katarak ona en yakın şeklini vermek.
- A: hımm. Yani o kesin görülen bir şey değildir. Model değil mi adı üstünde modelleme. Yani yaptığımız araştırmalar neticesinde kendi sezgilerimizle yaratıcılık gücümüzü kullanarak ortaya konulma şekli. Değil mi?
- Ö5: Evet.
- A: Peki bu modelde değişiklik var dedik kanun değişmez dedik ancak geliştirilebilir dedik. Peki, senin ön ve son testine bir bakalım. Evet, dördüncü soruna bir bakalım ne demişiz. Ya da baştan başlayalım. Şimdi bilimsel bir bilgiyi geliştirmek için deney şart mıdır, gerekli midir, mutlaka olmalı mıdır?
- Ö5: Bilimsel bilgi için deney gereklidir hocam. Çünkü bilimsel bilgiler gözlemler yapıldıktan sonra gözlemlerin doğruluğunu ispatlamak için deney yapılmalıdır.
- A: Peki o zaman şöyle bir şey sorayım. Mesela bir biyolog kuşlarla ilgili uzun süren üç aylık bir gözlem yapıyor. Bu gözlemler sonucunda ortaya bilimsel bir bilgi koyamaz mı? Mutlaka onlarla ilgili bir deney yapması mı gerekir?
- Ö5: Koyabilir.
- A: Koyabilir. O zaman deney gerekli midir sana göre mutlaka?
- Ö5: hmmm. Deney araştırılan konunun dalına göre gereklidir hocam. Mesela kimyada bir deney gereklidir ya da fizikte deney gereklidir ama tarihte falan gözlemlerle yapılır.
- A: Peki tarihle kimya, biyolojinin farkı nedir?
- Ö5: Fizik, kimya, biyolojide hocam matematiksel işlemlere dayanırken tarih geçmişini yani insanların yaşantılarını anlatır. O yüzden de gözlemlere dayanır.
- A: Peki bilimde sorgulama önemli midir?
- Ö5: Önemlidir.
- A: Neden?

- Ö5: Çünkü hocam sorgulama yapılmadan bir düşünce ortaya konulamaz. Konulsa da onun doğruluğu kabul edilemez. Bilimde sorgulama yapılması gerekir.
- A: Biz bunu uyguladık mı derslerimizde?
- Ö5: Sorguladık.
- A: Peki bilimsel bilginin değişimi için her zaman deneye ihtiyaç var mı?
- Ö5: Yok.
- A: Peki bilimsel teori nedir?
- Ö5: Bilimsel teori, bilimle ilgili bir sorunun araştırılıp ortaya deney ve gözlemlerle onunla ilgili bir çözüm konulmasıdır.
- A: Bilimsel kanun?
- Ö5: Kanun ise teorinin daha geliştirilmiş halidir.
- A: Daha geliştirilmiş hali. Peki, ne demişsin bilimsel teori ve kanun hakkında bana okur musun?
- Ö5: Bilimsel teoriler değişebilir çürütülebilir buna örnek verecek olursak atom teorisini verebiliriz.
- A: Kanun için ne demişsin?
- Ö5: Doğruluğu evrensel olarak kabul edilmiştir.
- A: Değişip değişmeyeceği konusunda herhangi bir ifade yok. Peki, bilim adamları atomun yapısından kesin olarak eminler mi?
- Ö5: hmm. Atomun yapısından kesin olarak emin değiller.
- A: Neden?
- Ö5: Hocam çünkü atomun yapısı şimdiye kadar pek çok kez çürütüldü. Pekçok kez araştırmalar yapılarak geliştirilmiş, şimdi de hala kesin değiller ve araştırmalar yapılıyor.
- A: Yani değişeceğine inanıyorsun.
- Ö5: Evet.
- A: Neden değişir bilim adamının fikri sana göre?
- Ö5: Hocam araştırmalar yapar. Araştırmalarda daha ilginç bir şey bulup onu yorumlayabilir ve o yorumlamada önceden önem vermediği bir şey sonradan o fikrinin değişmesine neden olabilir.
- A: Peki bilim adamları araştırma yaparken hep aynı sırayı mı takip ederler?
- Ö5: Belirli bir yere kadar hep aynı sırayı takip ederler. Mesela verilerini toplarken aynı sırayı takip etmezler çeşitli kaynaklardan yararlanabilirler ama deneylerini belirli bir sırayla yaparlar.

- A: Deney nasıl bir sırayla yapılabilir?
- Ö5: Bu soruyu geçebilir miyiz?
- A: Tamam. Peki, sonra hangi adımı takip ederler tamam gözlemlerini yaptılar deney yaptılar sonra?
- Ö5: Ortaya bu deney ve gözlemlerle bir tane hipotez koyarlar. Bu hipotezlerini eğer doğrularlarsa teorilerini ortaya koyarlar. Teorilerde doğrulanırsa evrensel olarak kanun ortaya çıkar.
- A: Peki ben bilimsel metodun diğer hiçbir adımını yapmadan sadece gözlem yapsam ve bu gözlemden de bir yorum çıkarsam yani çıkarım yapsam aynı şey midir gözlem ve çıkarım?
- Ö5: Gözlem, aştırma yapmak çıkarım ise gözlemden ortaya çıkan konuyu yorumlamak.
- A: Peki ben böyle bir çıkarım yapsam bilimsel bilgiyi geliştiremez miyim? Mesela hiçbir adımı takip etmedim sadece gözlem ışığında yorumlayarak bilimsel bir bilgiyi geliştirebilir miyim?
- Ö5: Geliştirilebilir.
- A: Peki bütün bu anlattıklarımızdan sonra sana göre bilimin doğası nedir?
- Ö5: Bana göre bilimin doğası hayattır hocam. Çünkü bilim hayatımızda olan sorunları ve hayatımızı inceliyor.
- A: Tamam teşekkür ederim.
- Ö5: Rica ederim.

EK- 4: Yazılı Geri Dönütler

Yazılı Geri Dönütler

1. Daha önce öğrendikleriniz ile bugün öğrendiklerinizi karşılaştırarak, bugün neler öğrendiğinizi yazabilir misiniz?

2. Bugün ne öğrendiniz?

3. Bugün öğrendiklerinizi kendi kelimeleriniz ile tanımlamak isterseniz nasıl tanımlarsınız?

4. Biz, bilimin doğası anlayışları ile ilgili tartışırken sizin bu anlayışlarla ilgili katılmadığınız yönler var mı?

EK-5: Açık-Düşündürücü Öğretim Dizini

KİMYASAL DENGİNİN MAKRO DÜZEYDE ANALOJİ MODELİ

Etkili bir gösteri, bir öğrencinin zihninde kimyasal bir kavramın zihinsel modelinin oluşturulmasına yardımcı olabilir. Kimya kavramlarının çoğunun soyut doğası bu kavramları öğretmek için gösterimlerin kullanılması için bir fırsat sunar. Bu analogi modeli basit bir dizi gösterim ile öğrencilerin kimyasal denge kavramları konusunda zihinsel bir model oluşturmalarına yardımcı olmak amaçlanmıştır. Kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modelinin öğretimi sonucunda aşağıda belirtilen kazanımlar hedeflenmiştir:

Kimyasal Kavramlar

- Kimyasal dengede ileri ve geri reaksiyonlar
- Denge anında ileri ve geri reaksiyon hızlarının eşit olması
- Kimyasal dengenin dinamik doğası
- Denge durumu
- Denge süreci

Bilişsel Beceriler

- Kimyasal Dengenin zihinsel bir modelini yapılandırır,
- Kimyasal denge deneylerinden elde edilecek sonuçları tahmin etmek için bu modeli kullanır,
- Bilimin kanıtlara dayalı olduğunu anlar,
- Gözlem ve deney ile doğadaki olayların anlaşılabilirliğinin farkına varır,
- Bilimin açıklama ve tahmin özelliğinin olduğunu anlar.

Bu etkinlik ile kimyasal denge kavramını oluşturan beş bileşeni öğrencilere vermeyi amaçladık. Bu zihinsel modeli oluşturan bileşenlerden dördü statik, bir tanesi ise dinamik bileşendi.

Birinci bileşeni kimyasal denge konusunda kullanılan terimler olarak ifade edebiliriz. Bu terimler hem fiziksel hem de zihinsel objeleri göstermektedir. Örneğin; kimyasal dengedeki bazı terimler; **ileri reaksiyon, geri reaksiyon, reaksiyon hızı, eş zamanlılık, denge süreci, çift ok işareti, konsantrasyon, denge durumu ve katalizör etkisi.**

Kimyasal dengenin zihinsel bir modelinin ikinci bileşeni; “kurallar”dır. Kimyada ileri reaksiyon denkleminde girenler sola ve ürünler sağa yazılır. Bu kural, kimyasal

reaksiyonların anlaşılması için bir temel oluşturur. Kimyasal denge için bir kaç kural verecek olursak; **eş zamanlı olması ve reaksiyon denklemleridir.**

Üçüncü statik bileşen ise, “ilişkiler”dir. Öğrencinin kabul edilebilir zihinsel bir modelin yapılandırılmasına yardımcı olmak için objeler ve bileşenler arasındaki ilişkileri göstermek zorundadır. Kimyasal dengedeki bazı ilişkiler; **girenlerden ürünler ve ürünlerden girenlerin oluşumu (tersinirlik), ve tepkenlerin yeniden oluşumu ile ileri ve geri reaksiyon hızları arasındaki ilişkilerdir.**

Dördüncü bileşen, “sonuçlar”. Terimler ve bu terimlerin ilişkileri üzerine yapılan bir işlemin uygulanması için kuralların nasıl kullanılacağı ile ilgilidir. Öğrenmenin önemli bir yönü, sonuçları tahmin edebilmek için zihinsel bir model kullanmaktır. Kimyasal dengenin zihinsel bir modelindeki bazı sonuçlar, denge durumu ve dengenin bozulması ile ilgilidir (Le Chatelier prensibi).

Beşinci bileşen, dinamiktir ve “süreç”tir. Bu süreç, kimyasal dengenin zihinsel modelinin özüdür. Burada bu süreç DENGİ SÜRECİ olarak adlandırılabilir.

Gösterimi Hazırlama:

Malzeme ve Materyaller

- 2 adet 600 mL beher
- 2 adet 250 mL beher
- 2 adet 100 mL beher
- 2 adet plastik cetvel
- 2 adet yıkanabilir küvet
- 1 adet veri gösteren alet ya da kağıt şablon formları
- 20 ila 30 litre su
- 2 farklı renkte yiyecek boyası (mavi ve kırmızı)

Gösteri 1: Denge Durumunu Kurma:

a) İki farklı 600 mL’lik beher ve iki küvet alın. Küvetlerden birine 5 litre,



diğetine ise 8 litre su koyun. Her bir küvetteki suyun derinliğini cetvel yardımıyla ölçün. Her bir küvetteki suyu mavi ve kırmızı yiyecek boya ile renklendirin. Kimyasal dengenin makro düzeyde analogi modelinde hangi obje ya da olayın hangi terime karşılık geldiği aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 12. Kimyasal Dengenin Makro Düzeyde Analoji Modelindeki Bileşenler

Ne	Neye karşılık geliyor?
I. Küvet	Tepkenler
II. Küvet	Ürünler
Beherlerin büyüklüğü	Reaksiyon hızı
Yapılan su derinliği ölçümler	Denge konumuna doğru reaksiyonun ilerlemesi
Küvetler arasındaki su transferi	Dengenin dinamik doğası
İki beherle su transferi	İki reaksiyon oluşumunu
Su transferinin aynı anda yapılması	Reaksiyonların aynı anda oluşmasını
1. Küvetten 2'ye su transferi	İleri reaksiyonu
2. Küvetten 1.'ye su transferi	Geri reaksiyonu
Suyun bir küvetten diğerine transferi	Reaksiyon oluşumunu
Suyun derinliğinin sabitliği, suyun rengi.	Denge durumunu
Her bir küvetteki su derinliğinin değişmemesi	Denge durumunda dinamik sürecin devam ettiğini

b) Suyun her bir transferi sayılarak; aynı anda küvet 1'deki 600 mL'lik beher ile küvet 2'ye ve küvet 2'deki 600 mL'lik beher ile küvet 1'e su aktarımı yapılır. Meydana gelen kimyasal reaksiyonları göstermek için suyun transferini aynı anda yapın. İki kimyasal reaksiyonda girenlerin azalması ya da artışı göstermek için meydana gelen renk değişimini not edin. Bu renk değişimi küvet 1 ve küvet 2'deki tepkenlerin konsantrasyonları arasındaki ilişkinin değişimini gösterir. Aynı anda yapılan transfer kimyasal reaksiyonun oluştuğunu gösterir. Transfer sayısı da iki beher arasındaki ilişkiyi belirtir. Bu gösterim iki kimyasal reaksiyonun aynı anda gerçekleştiğini gösterir. Dengenin bir kuralı olarak bunu not edin ve çift yönlü olarak bir kimyasal denklemin kuralı içine koyun.

c) Her transferi saniyede bir transfer olarak kabul edin. Senkronize bir şekilde aynı anda küvetler arasında 20 kez transfer yapın. Transferlerin sayısı ya da zamanı denge konumuna ulaşmak için gerekli olduğundan bunları not edin.



Resim 1: Su transferlerinin aynı anda yapılması

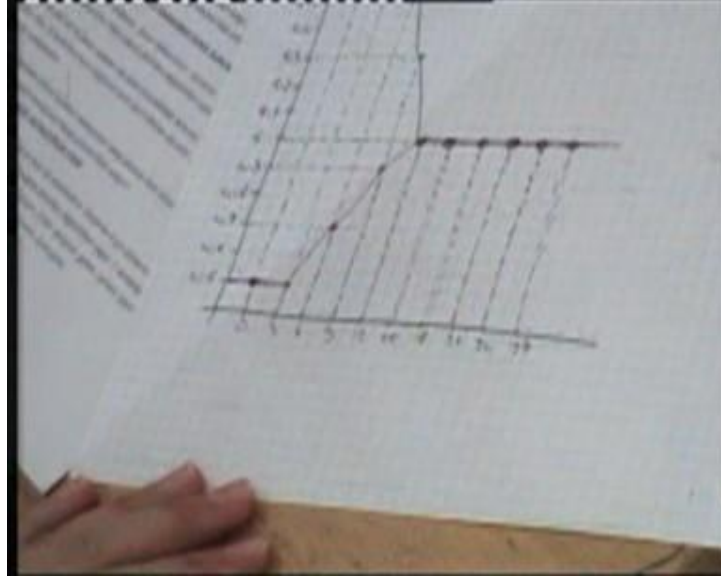
d) Her bir küvetteki suyun derinliğini her transfer sonrası su durgunlaştıktan sonra ölçün ve not edin. Bu derinlik iki reaksiyonun denge durumunu ve tepkenlerin konsantrasyonlarını gösterir. Her iki küvetteki suyun derinliğinin değişmediği anın denge hali olduğunu öğrencilere söyleyin. Bu durum, denge haline ulaşmak için niçin birçok su transferi yapmak zorunda olduğumuzu anlatmak içindir.

e) Yeniden bir küvetten diğerine aynı anda 10 kez daha transfer yapın. Her transferden sonra küvetlerdeki suyun derinliğini ölçün. Ölçümleri karşılaştırın ve eğer ölçümler bir önceki ölçümden farklı ise not edin. Bu durum bize daha dengenin kurulmadığını göstermektedir.



Resim 2: Transfer sonrası su derinliklerinin ölçülmesi

f) Tekrar birinden diğerine aynı anda 10 transfer daha yapın ve suyun derinliğini ölçün. Eğer son ölçümler %3 ila %5 farklılık gösteriyorsa dengenin kurulduğunu söyleyin. Bir de suyun rengini not edin. Her iki küvette de aynı olması gerekir. Bu durum 600 mL'lik beher kullanılarak dengeye ulaşıldığını göstermektedir. İki küvetteki suyun seviyesi ve durumu belirli bir reaksiyon için denge durumunu gösterir. Eğer dışarı su sıçraması olmadıysa her bir küvetteki su derinliğinin değişmediği an denge durumunu belirtir.



Resim 3: Kimyasal denge durumunda hız-zaman grafiği

Denge noktasına gidişin nasıl olduğunu göstermek için ileri ve geri yöndeki hızların hız-zaman grafiği çizilebilir. Burada ileri ve geri reaksiyon hızları belli zaman aralıklarında küvetlerin ölçülen derinlikleri olarak alınacaktır.

g) Kimyasal tepkimeleri teşhis etmek için öğrencilere kırmızı ve mavi suyun ne olduğunu sorun. Moleküler düzeyde ne neyi temsil eder? Reaksiyonların hızını nasıl anlayabiliriz? Burada bunu ne ile ilişkilendirebiliriz? (beherlerin büyüklüğü). Dengeye ulaşıldığı zamanın ne zaman olduğunu sorun. (suların derinliğinin değişmediğini ve her iki küvetteki suyun renginin aynı olduğu zaman)

Gösterim 2: Denge Durumunda İleri Reaksiyon Hızının Etkisi

Küvetleri yeniden eşit şekilde doldurun. Küvetteki suları renklendirin. Gösterim 2 için Gösterim 1'deki a'dan h'ye kadar olan tüm basamakları takip edin fakat aşağıda belirtilen değişiklikleri yapın.

600mL ve 250 mL'lik beher kullanın. Bu farklı büyüklükteki beherler farklı denge konumuna izin verecektir. Yani, iki küvetteki suyun her bir küvet için değişmez farklı derinliklerde olacaktır. Bu gösterimde 600mL'lik beher tersinir reaksiyonun hızlı yönünü, 250 mL'lik beher ise yavaş reaksiyonun geri yönünü gösterir.

Öğrencinin öğrenmesini pekiştirmek için zihinsel modelin bileşenlerinden emin olun.

Gösterim 3: Denge Durumunda Katalizörün Etkisi

Küvetlerin birine 5 ve diğerine 8 litre su koyun ve farklı renklerle renklendirin. Gösterim 1'deki a'dan h'ye kadar aşağıdaki değişiklikleri dikkate alarak uygulayın. Bu gösterim katalizörün denge durumunu etkilemeyeceğini fakat iki reaksiyonun denge konumuna daha hızlı ulaştığını gösterir. Her transferi saniyede bir transfer olarak kabul edin. 1. küvetten 2. küvete her saniyede bir aktarım yaparken 2. küvetten 1. küvete 3 saniyede bir su aktarımı yapın. Bu zaman aralığı denge durumuna daha kısa sürede ulaşmayı gösterir. Dengeye ulaşıldığı yani her iki küvetteki su derinliğinin değişmediği ve su renklerinin aynı olduğu süreyi Gösterim 1'deki süre ile karşılaştırın. Her bir küvetteki aynı su seviyesine daha kısa sürede ulaşıldığını yani denge durumuna daha kısa sürede ulaşıldığı görülecektir. Katalizörün denge durumuna daha kısa sürede ulaşılmasını sağladığını fakat dengeye herhangi bir etkisinin olmadığını söyleyin.

YARIŞAN TEORİLER

Ben kimyasal birleşmelerin seçimli benzerlik sonucu oluştuğunu, yani; reaksiyonun sadece reaksiyona giren maddelerin doğasına bağlı olduğunu düşünüyorum. Bütün kimyasal reaksiyonlar, tek yönlü ve tam olarak gerçekleşir. Ben, kimyasal bir reaksiyonu, tepken olarak bilinen bir ya da birden fazla maddenin kimyasal bir şekilde birleşerek ürünler olarak bilinen bir ya da daha fazla maddeye dönüşmesi olarak tanımlayabilirim.

Benzerlik, maddelerin değişmez bir özelliği olarak kabul edilebilir ve kimyasal reaksiyonlarda kimyasal birleşmenin sadece seçimli benzerlik özelliğine göre oluştuğunu söyleyebiliriz. Bu özelliğe göre maddelerin kimyasal özelliklerine ve görünümüne dayalı olarak bir tablo oluşturulabilir.

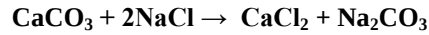


Tobern Olof Bergman
1735-1784



Claude Louis Berthollet
1748-1822

Ben bir kimyasal reaksiyonda maddelerin miktarının etkisinin benzerlik kuvvetini yenebildiğini düşünüyorum. Çünkü bir reaksiyonun hızı, reaksiyona giren maddelerin her birinin derişimleri ile doğru orantılıdır. Ben bu fikre yapmış olduğum birçok büyük çaptaki deneyler sonucunda ulaştım. Fakat Napolyon'un Mısır gezisine eşlik ettiğim sırada bulduğum çalışmalar, araştırmalarımın yeni bir çerçevesini ortaya koymuştur. Mısırdaki sodyum klorür içeren göllerin kenarındaki kayalıklarda sürekli bir Na_2CO_3 oluşumu gözledim. Bu reaksiyonu gösterecek olursam;



Bu reaksiyon, seçimli benzerlik teorisince tahmin edilen reaksiyonun tersidir. Seçimli benzerlik teorisine göre bu reaksiyon;

$\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + 2\text{NaCl}$ şeklinde gerçekleşebilir.

Bu reaksiyonda seçimli benzerlik teorisine göre CaCl_2 ve Na_2CO_3 'ün tamamen tükenmesi gerekir ancak ortamda çok miktarda CaCl_2 ve Na_2CO_3 bulunmaktadır. Na_2CO_3 göl kenarındaki tortularda ve CaCl_2 'nin ise toprağa sızdığını gözlemledim. Bu gözlemim sonucunda ve bunun üzerine yaptığım deneysel çalışmalar sonucunda reaksiyonların sadece seçimli benzerlik özelliğine göre gerçekleşmediğini söyleyebilirim.

Tartışma Soruları

- Hangi bilim adamının görüşleri size daha yakın geliyor? Neden?
- Bu bilim adamları aynı dönemlerde yaşamalarına rağmen neden kimyasal reaksiyonların oluşumunu farklı bir şekilde açıklıyor?
- Yeni elde edilen bilimsel bir bilgi ile bir teori tamamen çürütülüyor mu?
- Tersinirlik kavramını ortaya koyan ifadelere hangi bilimsel metotlarla ulaşıyor? Açıklar mısınız?

Kazanımlar:

- Bilimsel fikirler değişebilir,
- Bilimsel fikirler dayanıklıdır,
- Bilim kanıtlara dayalıdır,
- Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır,
- Bilim adamları tarafsız (objektif) olarak açıklamalarını yapmaya çalışır,
- Bilim açıklar ve tahmin yapar.

BERGMAN VE SEÇİMLİ BENZERLİK TEORİSİ



1735-1784 yılları arasında yaşayan İsveçli bir kimyacı olan Tobern Olof Bergman'ın yaptığı çalışmaların kavramsal çerçevesi, kimyasal birleşmelerin seçimli benzerlik sonucu oluştuğu, yani; reaksiyoun sadece reaksiyona giren maddelerin doğasına bağlı olduğunu açıklar. Bergman'a göre bütün kimyasal reaksiyonlar, tek yönlü ve tam olarak gerçekleşir.

Biz kimyasal reaksiyonu, tepken olarak bilinen bir ya da daha fazla maddenin kimyasal bir şekilde birleşerek ürünler olarak bilinen bir ya da daha fazla maddeye dönüşmesi olarak tanımlayabiliriz.

18. yy sonunda benzerlik kavramı, kimyasal reaksiyonları açıklamak için kullanılan bir kavram olmuştur. Benzerlik, maddelerin değişmez bir özelliği olarak kabul edildi ve kimyasal reaksiyonlarda kimyasal birleşmenin sadece seçimli benzerlik özelliğine göre oluştuğu kabul edilmiştir. Bu özelliğe göre maddelerin kimyasal özelliklerine ve görünümüne dayalı olarak Bergman tarafından bir tablo geliştirmiştir. Bu dönemde bu teorik çerçeveye göre, seçimli benzerliğin tersi bir reaksiyonun olabileceğine karar vermek olanaksızdı. Kimyasal tersinirlik teorik olarak bu nedenle yasaktı. Fakat bu dönemde anormal reaksiyon olarak tanımlanan ve seçimli benzerlik teorisine uymayan reaksiyonların nasıl gerçekleştiği açıklanamıyordu.

TARTIŞMA SORULARI

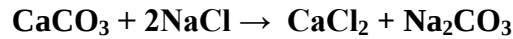
- a) Bu dönemde kimyasal reaksiyonların nasıl gerçekleştiği düşünülüyordu?
- b) Kimyasal benzerlik kavramından ne anlıyorsunuz?
- c) Bu okuma parçasının temel noktası nedir?
- d) Şaşırtıcı bulduğunuz bir bilgi var mı? Niçin?
- e) Günümüzde kimyasal benzerlik kavramını ortaya koyan bir tablo geliştirilmiş midir?

BERTHOLLET VE TEPKENLARIN MİKTARININ ÖNEMİ

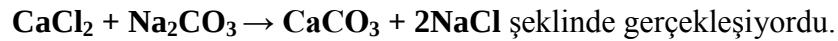


1748- 1822 yılları arasında yaşayan Fransız kimyacı Claude Louis Berthollet, maddelerin miktarının etkisinin benzerlik kuvvetini yenebildiğini gösterdi. Çünkü bir reaksiyonun hızı, reaksiyona giren maddelerin her birinin derişimleri ile doğru orantılıdır. Bir reaksiyonun hızı, doğrudan reaksiyona giren her bir maddenin derişimi ile doğru orantılı olduğunu açıklayan bu kanun **Kütlenin Etkisi Kanunudur** (Krauskopf,1979, s. 21).

Berthollet'ın büyük çaptaki kimyasal reaksiyon deneylerinden geliştirdiği bu fikir, Napolyon'un 1798'deki Mısır gezisine eşlik ettiği sırada bulduğu çalışmalar, araştırmasının yeni bir çerçevesini ortaya koymuştur. Mısırdaki sodyum klorür içeren göllerin kenarındaki kayalıklarda sürekli bir Na_2CO_3 oluşumu gözledi. Bu reaksiyonu aşağıdaki gibi tanımladı:



Bu reaksiyon, seçimli benzerlik teorisince tahmin edilen reaksiyonun tersidir. Seçimli benzerlik teorisine göre bu reaksiyon;



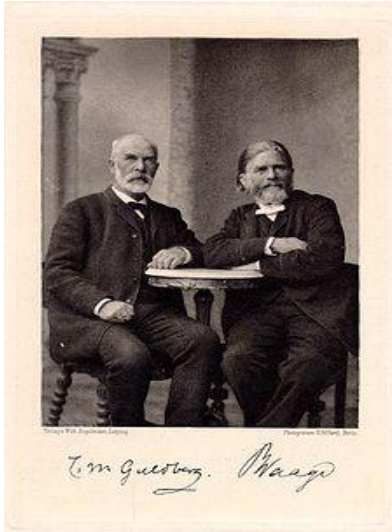
Berthollet bu reaksiyonun seçimli benzerlik teorisine göre CaCl_2 ve Na_2CO_3 'ün tamamen tükenmesi gerektiğini ancak ortamda çok miktarda CaCl_2 ve Na_2CO_3 'ün bulunduğunu; Na_2CO_3 göl kenarındaki tortularda ve CaCl_2 'nin ise toprağa sızdığını gözlemledi. Berthollet bu gözlem üzerine reaksiyonların sadece seçimli benzerlik özelliğine göre gerçekleştiği fikrine itiraz etti ve kimyasal olayda miktarın etkisinin benzer kuvvetlerin etkisini yenebileceğini ortaya koydu.

Berthollet'in bu yorumu anormal reaksiyonların tamamlanmamış ve tersinir reaksiyonlar olduğunun ilk teorik nitel sunumudur. Bu yorum, kimyasal reaksiyonlarda denge kavramının gelişmesinin ilk açıklayan temel bir sunum oldu. O, yer değiştirme reaksiyonunun kesinlikle tam olarak gerçekleşmediğini, karşıt benzerlik kuvvetleri arasında bir denge durumu olduğunu düşünüyordu. Bu kuvvetlerin dayanıklılığı, iki faktöre bağlıdır; reaksiyona giren maddelerin benzerliklerindeki farklılık ve nicel oranlardır. Denge durumuna ulaşıldığında, mekanikteki gibi benzer bir şekil olan statikliğin olduğunu düşünüyordu.

TARTIŞMA SORULARI

- 1) Berthollet kimyasal reaksiyonların oluşumunda seçimli benzerlik kavramını destekliyor mu? Yoksa tamamen çürütüyor mu? Gerekçeleri nedir?
 - 2) Berthollet'a göre; kimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi nelere bağlıdır?
 - 3) Kimyasal reaksiyonlarda tersinirlik kavramı nasıl ortaya çıkmıştır?
- Size göre Berthollet'ın bu sonuçlara ulaşmasında neler etkili olmuştur?
- 4) Berthollet'a göre bir kimyasal reaksiyonda tepkenler tamamen tükeniyor mu?
 - 5) Seçimli benzerlik teorisi ile Kütlenin Etkisi kanunu arasında bir benzerlik var mıdır? Bu kanunları anladığınız şekilde tanımlar mısınız?

KİMYASAL DENGİNİN İLK MATEMATİKSEL FORMULASYONU



Guldberg ve Waage, deneysel verilerin sonuçlarını gösteren bir matematiksel denklemi bulmaya çalıştılar. Amaç, daha önce tartışılan iki teoriyi (Bergman'ın seçimli benzerlik ve Berthollet'in kütle etkisi kanunu) uzlaştırmak ya da bu ikisinin yerine yeni bir teori ortaya koymaktı. Onlar paradigma olarak mekaniği göz önüne aldılar ve kimyasal kuvvet olarak adlandırdıkları ölçülerin ne olduğuna odaklandılar.

“1861’de başlayan çalışmalarımızdan bu yana kimyasal kuvvetlerin büyüklükleri için sayısal değerleri bulmak mümkün olabilir diye düşündük. Biz bir de her bir kimyasal bileşik veya element için göreceli benzerliği ifade eden belirli sayılar bulabileceğimizi düşündük; örneğin atom ağırlığı göreceli ağırlığı ifade eder.” (Guldberg & Waage, 1867, p.74)

Guldberg ve Waage, kimyanın mekanik gibi kuvvet ve etkileri bilimi olduğuna ikna etmek için kimyasal benzerliğin matematiksel teorisinin gelişimini ortaya koymayı amaçladılar. Guldberg ve Waage kütlenin etkisi kanununu kimyasal dengede sulu çözeltilerin davranışlarını açıklamada kullandılar. Bu kanunun iki yönü vardır: birincisi; dengedeki bir reaksiyon karışımının bileşimi ile ilgili olan denge yönü; ikincisi, temel

tepkimler için hız denklemleri ile ilgili kinetik yön. Guldberg ve Waage, bu iki yönü dikkate alan çalışmalar sonucunda kinetik verileri ve hız denklemlerini kullanarak denge sabitini türettiler. Onlar ileri ve geri tepkimenin itici kuvveti eşit olduğu zaman dengeye ulaşıldığını keşfettiler.

Örneğin;

İleri reaksiyon $aA + bB \rightarrow cC + dD$

Geri Reaksiyon: $cC + dD \rightarrow aA + bB$

İleri reaksiyonun itici kuvveti: $k_i[A]^a \cdot [B]^b$

Geri reaksiyonun itici kuvveti: $k_g[C]^c [D]^d$

Dengede:

$$k_i[A]^a \cdot [B]^b = k_g[C]^c [D]^d$$

$$K = \frac{k_i}{k_g} = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = \frac{\text{ürünler}}{\text{girenler}}$$

K denge sabiti olarak adlandırılır ve bu tip formulasyon kütle etkisi kanunu olarak bilinir.

TARTIŞMA SORULARI

- Guldberg ve Waage'nin teorisi neydi?
- Guldberg ve Waage bilimsel bilgilerini nasıl oluşturdular?
- Guldberg ve Waage, çalışmalarında hayal gücü ve yaratıcılıklarını kullanmışlar mıdır? Nasıl?

KİMYASAL DENGENİN DİNAMİKLİĞİ



Pfaundler, denge halinde moleküler değişiklikleri açıklamaya çalışan araştırmalar yapmıştır. Onun çalışması, kimyasal reaksiyonlar için ısının mekanik teorisini uygulayan ilk araştırmalardan biridir. O kimyasal çözünmenin bir teorisini geliştirmek için Clausius'un kinetik buharlaşma teorisini uyguladı. Onun hipotezi, farklı moleküllerin değişimiydi: bu moleküllerin bir kısmı tamamen çözünmüştür bir kısmı ise değişmeden kalmıştır. Pfaundler, sabit sıcaklık ve basınçta bir gazın kısmi ayrışması durumunda; moleküllerin eşit miktarları ayrışır ve tekrar çarpışmayla birleşeceğini farzettii. En sonunda, ayrışma ve yeniden birleşme arasında denge; moleküler kimyasal denge olarak tanımladı. Kimyasal ayrışma ve yeniden birleşme durumunu sürekli dinamik bir şekilde devam ettiğini ortaya koydu.

TARTIŞMA SORULARI

- Kimyasal dengede dinamiklik kavramına nasıl ulaşmıştır?
- Hipotez ve teori nedir? Aralarındaki fark nedir?
- Kafanızı karıştıran bir bilgi var mı? Niçin?

BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARINA İLİŞKİN OKUMA PARÇALARI

BİLİMSEL DÜNYA GÖRÜŞÜ

BÖLÜM 1

Görev: Parçayı okuyun ve her bölüm için bilimin doğasına ilişkin anlayışların ne olduğunu kavram haritasına yazın.

Bilim adamları, yaptıkları çalışmaların ne olduğunu ve bu çalışmaları nasıl yaptıkları ile ilgili olarak belirli bazı temel inanç ve tutumları kendi aralarında paylaşırlar. Bu inanç ve tutumlar dünyanın doğası ve dünyadan ne öğrenilebileceğimiz ile ilgilidir.

Bilim, dikkatli ve sistematik çalışma yoluyla birbirleri ile tutarlı örneklerden oluşan evrendeki olayları tahmin eder. Bilim adamları duyularla birlikte gelişen enstrümanların yardımıyla ve zekânın kullanımı ile insanın doğadaki tüm örnekleri keşfedebileceğine inanırlar.

Bilim isminin de gerektirdiği gibi evrenin temel kurallarının her yerde aynı olduğunu, büyük tek bir sistem olduğunu farz eder. Evrenin bir parçasındaki çalışma ile elde edilen bilgi diğer bölümler içinde uygulanabilir. Örneğin; yeryüzünde düşen nesnelerin hareketini açıklayan yerçekimi kuvveti ve hareket aynı prensipleri ay ve gezegenlerin de hareketini açıklar. Yıllar geçtikçe bazı değişikliklerle birlikte, hareketin aynı prensipleri diğer kuvvetlere de uygulanır. Örneğin; kurşundan ışık ışınlarına, gemiden uzay araçlarına kadar, en küçük nükleer parçacıktan en ağır yıldızlara kadar her şeyin hareketini açıklamada.

BÖLÜM 2

Bilim adamları, yaptıkları çalışmaların ne olduğunu ve bu çalışmaları nasıl yaptıkları ile ilgili olarak belirli bazı temel inanç ve tutumları kendi aralarında paylaşırlar. Bu inanç ve tutumlar dünyanın doğası ve dünyadan ne öğrenilebileceğimiz ile ilgilidir.

Bilim bilgi üretme sürecidir. Bu süreç hem dikkatli bir şekilde olayların gözlemine yapmaya hem de bu gözlemleri mantıklı bir zemine oturtmayı sağlayan teoriler üretmeye bağlıdır. Bilgideki değişim kaçınılmazdır. Çünkü yeni gözlemler eski teorileri çürütebilir. Bir teori bir takım gözlemleri ne kadar iyi açıklarsa açıklasın başka bir teori çok daha iyi bir şekilde açıklayabilir ve daha geniş bir aralıktaki gözlemlere

uyabilir. Bilimde teorilerin çürütülmesi, geliştirilmesi ve test edilmesi teori yeni de olsa eski de olsa her zaman devam eder. Bilim adamları kesin doğrunun ve tam bir yolun olmadığını farz etseler bile dünya ve dünyanın nasıl çalıştığı ile ilgili giderek artan bir şekilde hatasız tahminler yapabilir.

BÖLÜM 3

Bilim adamları, yaptıkları çalışmaların ne olduğunu ve bu çalışmalarını nasıl yaptıkları ile ilgili olarak belirli bazı temel inanç ve tutumları kendi aralarında paylaşırlar. Bu inanç ve tutumlar dünyanın doğası ve dünyadan ne öğrenilebileceğimiz ile ilgilidir.

Bilim adamları mutlak gerçeğe ulaşma fikrine karşı çıkmalarına ve doğadaki bazı belirsizlikleri kabul etmelerine rağmen birçok bilimsel bilgi dayanıklıdır. Bilimde fikirlerin değişimi, tamamen reddi yerine kabul edilen bir normdur. Çünkü güçlü yapılandırmalar daha hassas gelişir ve daha geniş bir alan tarafından kabul görür. Mesela; görecelik teorisinin formüle edilmesinde Einstein, Newton'un hareket kanunlarını tamamen geçersiz saymadı. Bunun yerine daha genel bir kavram içerisinde kısıtlı bir uygulamanın yaklaşımı olduğunu gösterdi. (Ulusal Hava ve Uzay idaresi Newton'un mekaniğini kullanır. Mesela; uydu yörüngesini hesaplar). Dahası, bilim adamlarının yetenekleri, doğal dünya hakkında doğru tahminler yapmak için ikna edici deliller ortaya koymalarını sağlar ki bu deliller, dünya hakkındaki çalışmaların nasıl olduğunu anlamamıza da yardımcı olur. Bilimde süreklilik ve tutarlılık; değişim gibi bilimin özellikleridir ve bilimde güvenilirlik, değişebilirlik gibi geneldir.

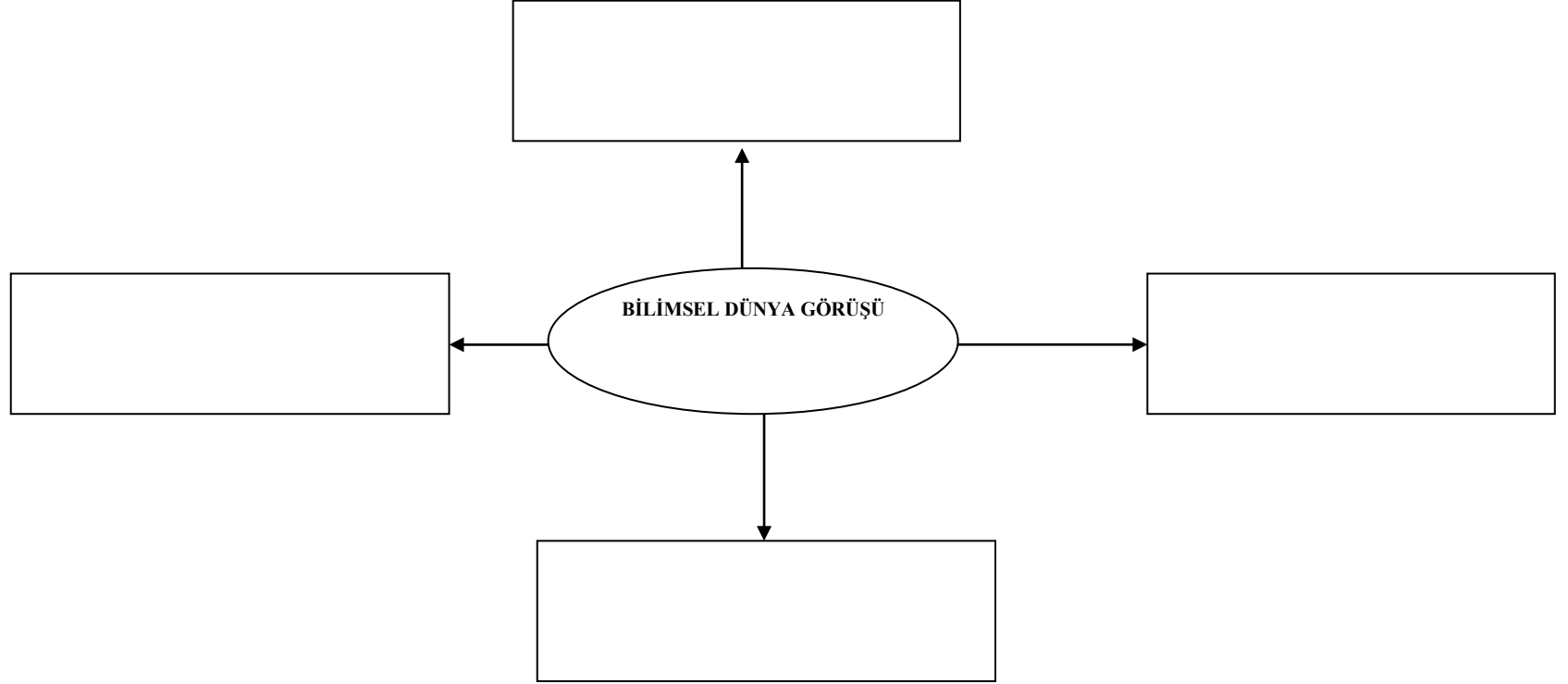
BÖLÜM 4

Bilim adamları, yaptıkları çalışmaların ne olduğunu ve bu çalışmalarını nasıl yaptıkları ile ilgili olarak belirli bazı temel inanç ve tutumları kendi aralarında paylaşırlar. Bu inanç ve tutumlar dünyanın doğası ve dünyadan ne öğrenilebileceğimiz ile ilgilidir. Bilimsel yolla incelenemeyen birçok konu vardır. Örneğin; inanışlar, doğası gereği kanıtlanamaz ya da çürütülemez (doğaüstü güçlerin ve yaratılışın var olması gibi). Buna karşılık insanların kesin olarak baktıkları bir inanış konu dışı olarak bilimsel bir yaklaşımla geçerliliği reddedilebilir (örneğin; mucizeler, falcılık, astroloji ve batıl inançlar). Bilim adamları bazı olayların sonuçlarını belirleyerek bu tip konuların tartışılmasına katkı sağlamalarına rağmen, iyi ve kötü şeklinde yorum yapmazlar.

Bilimsel Dünya Görüşü Alanı ile İlgili Bilimin Doğası Anlayışları

- a) Dünya anlaşılabilir,
- b) Bilimsel fikirler değişebilir,
- c) Bilimsel fikirler süreklidir, devamlıdır,
- d) Bilim bütün sorulara cevap vermez.

BİLİMSEL DÜNYA GÖRÜŞÜ ALANINA AİT BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARI



SORGULAYICI-ARAŞTIRMANIN BİLİMSEL METOTLARI

BÖLÜM I

Görev: Parçayı okuyun ve bilimin doğasına ilişkin anlayışların ne olduğunu kavram haritasına yazın.

Temel olarak çeşitli bilimsel disiplinler delillere güvenme noktasında birbirine benzer, hipotez ve teorileri kullanırlar, mantıklı düşünmenin çeşitlerini kullanırlar ve çok daha fazlası. Bununla birlikte bilim adamları fenomen (somut, algılanabilir ve denenebilir olaylar veya nesneler) araştırmalarında ve çalışmaları konusunda nasıl bir yol izleyecekleri hakkında çok farklı düşünürler; tarihsel verilere ya da deneysel bulgulara güvenmede, kalitatif yada kantitatif metotlarda, temel prensipler için başvurdukları kaynak noktasında ve diğer bilimlerin bulgularından ne kadar faydalandığı konusunda. Dahası, her zaman bilim adamları arasında kavramların, bilginin ve yöntemlerin değişimi devam eder ve onlar arasında bilimsel olarak geçerli bir araştırmanın ne olduğunu ortaya koyan genel bir anlayış vardır.

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, belli bir araştırma kontekstinden farklı bir şekilde tanımlanamaz. Basit bir şekilde, bilim adamlarının her zaman basamak basamak takip ettikleri tek bir adım yoktur ve bilimsel bilgiye kesin olarak ulaşacak tek bir yöntem yoktur. Bununla birlikte, sorgulayıcı-araştırmanın yöntemi olarak bilimin özelliklerini veren kendine has bir özelliği vardır. Bununla beraber bu özellikler özellikle profesyonel bilim adamlarının çalışmalarını yansıtan özelliklerdir. Fakat herkes günlük hayatta ilginç bulduğu birçok konuda bilimsel bir şekilde düşünme alıştırmaları yapabilir.

Er ya da geç fenomenlerin gözlemlenmesi yoluna başvuru olarak bilimsel iddiaların geçerliği değişmez. Bunun için bilim adamları doğru veri elde etmeye odaklanırlar. Örneğin laboratuvarda aynısını bulmak için doğal ortamdan bir dizi durumdan alınan ölçümler ve gözlemler yoluyla delil elde ederler. Gözlem yapmak için bilim adamları sezgilerini, sezgilerinin doğruluğunu artırmak için ise aletleri (örneğin; mikroskop) kullanırlar. Bazen bu enstrümanlar insan sezgilerinden oldukça farklı özellikleri ortaya çıkarır(örn: magnetik alan). Bilim adamları pasif gözlem (dünya, göç eden kuşlar), koleksiyon toplama(kayalık, kabuk), ve aktif bir şekilde dünyayı inceleme (Dünyanın kabuğundaki delikler ya da deneysel ilaçları test etme) şeklinde araştırma yaparlar.

Bazı durumlarda bilim adamları delilleri elde etmek için tam olarak ve koşulları tasarlayarak araştırma yapabilirler. Örneğin; sıcaklığı kontrol altına alarak kimyasal maddelerin derişimlerini değiştirebilirler. Belli bir zamanda şartlardan birini değiştirerek yalnızca bu şarta bağlı olarak neler değişebileceğini tanımlamayı ümit ederler. Fakat çoğunlukla şartların kontrol edilmesi mümkün olmayabilir (yıldızlar üzerinde çalışılırsa), ya

da etik olmayabilir (insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda) ya da doğal olgulara başka anlamlar vermeye uygun olabilir (kafeslere hapsedilmiş vahşi hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalarda) bu gibi durumlarda gözlemlere çeşitli faktörlerin ne gibi etkisinin olabileceği ile ilgili yorum yapmak için doğal bir şekilde oluşan şartların olduğu yeterince geniş bir alanda gözlemler yapılmalıdır. Delillerin güvenilir olması gerekliliği yüzünden gözlemlerin metodları ve daha iyi aletlerin bulunması büyük bir değere sahiptir ve bu bulguların herhangi bir araştırmacı ya da grup tarafından kontrol edilmesi gerekir.

BÖLÜM 2

Temel olarak çeşitli bilimsel disiplinler delillere güvenme noktasında birbirine benzer, hipotez ve teorileri kullanırlar, mantıklı düşünmenin çeşitlerini kullanırlar ve çok daha fazlası. Bununla birlikte bilim adamları fenomen (somut, algılanabilir ve denenebilir olaylar veya nesneler) araştırmalarında ve çalışmaları konusunda nasıl bir yol izleyecekleri hakkında çok farklı düşünürler; tarihsel verilere ya da deneysel bulgulara güvenmede, kalitatif yada kantitatif metodlarda, temel prensipler için başvurdukları kaynak noktasında ve diğer bilimlerin bulgularından ne kadar faydalandığı konusunda. Dahası, her zaman bilim adamları arasında kavramların, bilginin ve yöntemlerin değişimi devam eder ve onlar arasında bilimsel olarak geçerli bir araştırmanın ne olduğunu ortaya koyan genel bir anlayış vardır.

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, belli bir araştırma kontekstinden farklı bir şekilde tanımlanamaz. Basit bir şekilde, bilim adamlarının her zaman basamak basamak takip ettikleri tek bir adım yoktur ve bilimsel bilgiye kesin olarak ulaşacak tek bir yöntem yoktur. Bununla birlikte, sorgulayıcı-araştırmanın yöntemi olarak bilimin özelliklerini veren kendine has bir özelliği vardır. Bununla beraber bu özellikler özellikle profesyonel bilim adamlarının çalışmalarını yansıtan özelliklerdir. Fakat herkes günlük hayatta ilginç bulduğu birçok konuda bilimsel bir şekilde düşünme alıştırmaları yapabilir.

Hayal gücü ve düşünmenin bütün tipleri hipotez ve teorileri öne sürmede kullanılır, er ya da geç bilimsel argümanlar mantıksal düşünmenin ilkelerine uymalıdır. Yani ortak sezgi, gösterim ve yorumların belli kriterlerine başvurularak argümanların geçerliği test edilmeli. Bilim adamları sık sık delilin belli bir bölümüne ya da yapılan belli bir varsayımın uygun olup olmadığı hakkında aynı fikirde olmayabilirler ve bu yüzden aynı fikirde olmadıkları sonuçlara katılmayabilir. Fakat onlar sonuçlarla varsayımlara ve delillere bağlayan mantıksal düşünmenin ilkeleri hakkında anlaşmaya meyillidirler.

Bilim adamları yalnızca verilerle ve iyi geliştirilmiş teorilerle çalışmazlar. Onlar sık sık geçici hipotezler üzerinde çalışırlar. Böylece hipotezler dikkat çeken verilerin ne olduğunu

seçmede, araştırma için ek verilerin ne olacağını belirlemede ve verilerin yorumlanmasına rehberlik etme noktasında bilimde geniş bir şekilde kullanılır. Alında hipotezlerin test edilme ve formüle edilme süreci bilim adamlarının aktivitelerinin en merkezi kısmını oluşturan bölümlerinden biridir. Bir hipotezin faydalı olması için, onu destekleyen delillerin ne olduğunu ve onu çürüten delillerin ne olduğunu ortaya koymalıdır. Bir hipotezin prensip olarak delillerin test edilmesinde kullanılmaması ilginç olabilir fakat bu bilimsel olarak da faydalı değildir.

Mantığın kullanımı ve delilin sınanması gereklidir fakat çoğunlukla bilimin ilerlemesi için yeterli değildir. Bilimsel kavramlar otomatik bir şekilde verilerden ya da yalnızca analizden ortaya çıkmaz. Dünyanın nasıl çalıştığının hayal edilmesi için hipotezler ve teoriler geliştirme ve bunların gerçek hayata nasıl uygulanacağını açıklanması bir şiir yazmak, müzik yapmak ya da gökdelen inşaa etmek gibi yaratıcı bir durumdur. Bazen bilimdeki keşifler umulmadık bir şekilde hatta kazara ortaya çıkar. Fakat bilgi ve yaratıcılığı kavrama genellikle beklenmedik anlamları tanımlamak için gereklidir. Bir bilim adamının önem vermediği verinin bir bölümü daha sonra yeni bir keşfin ortaya çıkmasına neden olabilir.

BÖLÜM 3

Temel olarak çeşitli bilimsel disiplinler delillere güvenme noktasında birbirine benzer, hipotez ve teorileri kullanırlar, mantıklı düşünmenin çeşitlerini kullanırlar ve çok daha fazlası. Bununla birlikte bilim adamları fenomen (somut, algılanabilir ve deneenbilir olaylar veya nesneler) araştırmalarında ve çalışmaları konusunda nasıl bir yol izleyecekleri hakkında çok farklı düşünürler; tarihsel verilere ya da deneysel bulgulara güvenmede, kalitatif yada kantitatif metodlarda, temel prensipler için başvurdukları kaynak noktasında ve diğer bilimlerin bulgularından ne kadar faydalandığı konusunda. Dahası, her zaman bilim adamları arasında kavramların, bilginin ve yöntemlerin değişimi devam eder ve onlar arasında bilimsel olarak geçerli bir araştırmanın ne olduğunu ortaya koyan genel bir anlayış vardır.

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, belli bir araştırma konteksinden farklı bir şekilde tanımlanamaz. Basit bir şekilde, bilim adamlarının her zaman basamak basamak takip ettikleri tek bir adım yoktur ve bilimsel bilgiye kesin olarak ulaşacak tek bir yöntem yoktur. Bununla birlikte, sorgulayıcı-araştırmanın yöntemi olarak bilimin özelliklerini veren kendine has bir özelliği vardır. Bununla beraber bu özellikler özellikle profesyonel bilim adamlarının çalışmalarını yansıtan özelliklerdir. Fakat herkes günlük hayatta ilginç bulduğu birçok konuda bilimsel bir şekilde düşünme alıştırmaları yapabilir.

Bilim adamları yapılandırdıkları açıklamalarla yaptıkları gözlemlerin anlamlı olması için çabalarlar ya da biribiri ile tutarlı hale getirmeye çalışırlar ve böylece günümüzde kabul edilen bilimsel ilkeler ortaya çıkar. Açıklamalar ve teoriler geniş kapsamlı ya da sınırlı olabilir, fakat onların mantıksal bir anlamı olmalı ve bilimsel bir şekilde geçerli gözlemlerin önemli bir bölümü ile birleşmeli. Bilimsel teorilerin güvenilirliği, sık sık daha önceleri bağlantısız gibi görünen olgular arasındaki ilişkileri gösterme yeteneğinden gelir. Hareketli kıtaların teorisi güvenilir bir teoridir. Çünkü depremler, volkanlar, farklı kıtalardaki fosiller arasındaki benzerlik, kıtaların şekilleri ve okyanus düzeyindeki eş yükselti eğrileri gibi farklı olgular arasındaki ilişkileri gösterir.

Bilimin temeli gözlemler yoluyla geçerliliğini kanıtlamasıdır. Fakat bu bilimsel teorilerin yalnızca daha önce bilinen gözlemlerle uyumlu olması yeterli değildir. Teoriler bir de daha önce açık ve kesin bir şekilde ortaya konan teorilerde kullanılmayan gözlemlerle de uyumlu olmalıdır. Böylece teoriler in tahmin etme gücü olmalıdır. Teorinin tahmin etme gücü olan uygulamalar, gelecekteki olayları tahmin etmek için gerekli değildir. Tahminler, geçmişte üzerinde çalışılmamış ya da bulunmamış deliller hakkında olabilir. Örneğin; insanlığın başlangıcını merkeze alan bir teoride, insana benzer yeni fosil kalıntılarının keşfedilmesi ve bunların analizi yapılabilir. Bu yaklaşım, ilk yaşayan canlılar veya dünyanın tarihi hakkında delillerin yeniden yapılandırılması için gereklidir. Bir de teoriler genellikle çok yavaş gelişen süreçler (dağların oluşumu, yıldızların gelişimi gibi) için gereklidir. Örneğin, yıldızlar bizim gözlemlediğimizden çok daha yavaş gelişirler. Onların değişimi için çok zamana ihtiyaç vardır. Yıldızların gelişimi üzerine yapılan teoriler, bununla birlikte, yıldızların aydınlattığı ışıkların özellikleri arasındaki ilişki, önceden akla gelmeyen tahminlerin ortaya çıkmasına neden olabilir. Daha sonraki çalışmalarda yıldızlardaki verilerin mevcut koleksiyonları araştırılabilir.

BÖLÜM 4

Temel olarak çeşitli bilimsel disiplinler delillere güvenme noktasında birbirine benzer, hipotez ve teorileri kullanırlar, mantıklı düşünmenin çeşitlerini kullanırlar ve çok daha fazlası. Bununla birlikte bilim adamları fenomen (somut, algılanabilir ve denenebilir olaylar veya nesneler) araştırmalarında ve çalışmaları konusunda nasıl bir yol izleyecekleri hakkında çok farklı düşünürler; tarihsel verilere ya da deneysel bulgulara güvenmede, kalitatif yada kantitatif metodlarda, temel prensipler için başvurdukları kaynak noktasında ve diğer bilimlerin bulgularından ne kadar faydalandığı konusunda. Dahası, her zaman bilim

adamları arasında kavramların, bilginin ve yöntemlerin değişimi devam eder ve onlar arasında bilimsel olarak geçerli bir araştırmanın ne olduğunu ortaya koyan genel bir anlayış vardır.

Bilimsel sorgulayıcı-araştırma, belli bir araştırma konteksinden farklı bir şekilde tanımlanamaz. Basit bir şekilde, bilim adamlarının her zaman basamak basamak takip ettikleri tek bir adım yoktur ve bilimsel bilgiye kesin olarak ulaşacak tek bir yöntem yoktur. Bununla birlikte, sorgulayıcı-araştırmanın yöntemi olarak bilimin özelliklerini veren kendine has bir özelliği vardır. Bununla beraber bu özellikler özellikle profesyonel bilim adamlarının çalışmalarını yansıtan özelliklerdir. Fakat herkes günlük hayatta ilginç bulduğu birçok konuda bilimsel bir şekilde düşünme alıştırmaları yapabilir.

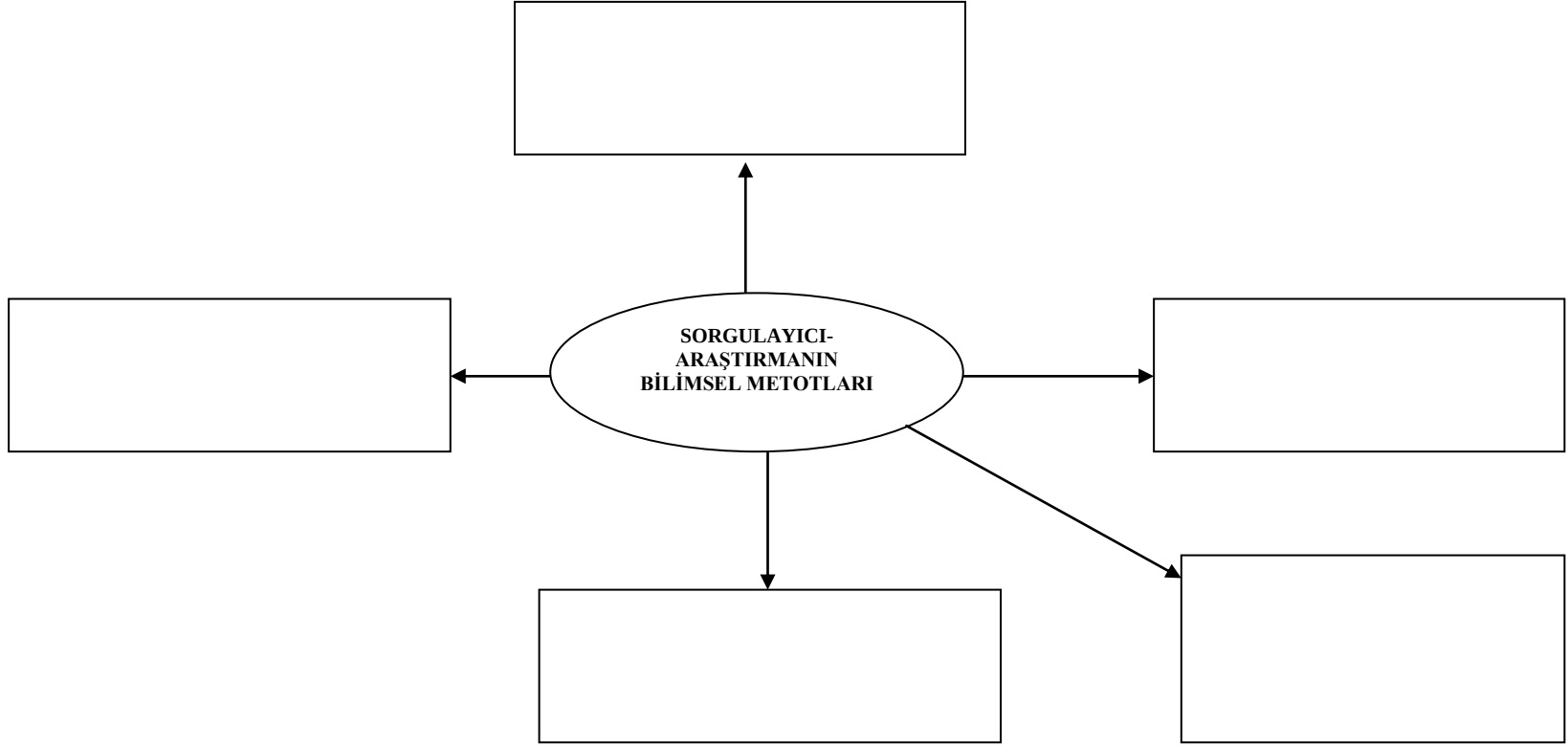
Bir şey doğrudur diye bir iddia ile karşı karşıya kalındığında; bilim adamları onu destekleyen delillerin ne olduğunu sorarak cevap verirler. Fakat bilimsel deliller, verilerin nasıl yorumlandığına, verilerin rapor edilmesi ya da kayıt altına alınmasında ya da ilk başta düşünceye göre verilerin seçilmesine bağlı olarak taraflı olabilir. Bilim adamlarının milliyeti, cinsiyeti, etnik kimliği, yaşı, politik görüşü ve buna benzer birçok şey delillerden birini diğerine göre daha çok vurgulamasını ya da yorumlarını etkileyebilir. Örneğin; primatlar üzerinde (maymun ve insanları içeren memeliler takımı) yıllarca yapılan çalışmalar erkek bilim adamları tarafında erkeklerin rekabetçi sosyal davranışına odaklanan çalışmalardır. Bu alana hiç kadın bilim insanı girmemiştir.

Önyargıya dayanan araştırma, örnek, metot yada enstrüman için önyargı her durum için tamamen kaçınılmaz olmayabilir fakat bilim adamları önyargının muhtemel kaynaklarını ya da delileri etkileyen muhtemel önyargıların ne olduğunu bilmek ister. Bilim adamları diğer bilim adamlarının çalışmalarında muhtemel önyargılara karşı uyanık olmalarını beklerler ya da isterler. Yine de buna rağmen daima tarafsız olmayı başaramazlar.

Sorgulayıcı-Araştırmanın Bilimsel Metotları ile İlgili Bilimin Doğası Anlayışları

- a) Bilim kanıtlara dayalıdır,
- b) Bilim mantığın ve hayal gücünün karışımıdır,
- c) Bilim açıklar ve tahmin yapar,
- d) Bilim adamları tarafsız (objektif) olarak açıklamalarını yapmaya çalışır;
- e) Bilim otoriter değildir,

SORGULAYICI-ARAŞTIRMANIN BİLİMSEL METOTLARINA AİT BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARI



BİLİMSEL TEŞEBBÜSÜN DOĞASI

BÖLÜM I

Görev: Parçayı okuyun ve bilimin doğasına ilişkin anlayışları kavram haritasına yazın.

Bilim; bireysel, sosyal ve kurumsal boyutları olan bir teşebbüstür. Bilimsel aktivite, çağdaş dünyanın temel özelliklerinden biridir ve belki de diğerlerinden daha fazla, bulunduğumuz zamanı geçmişteki yüzyıllardan ayırır.

Bilimsel çalışma, çalışmanın birçok farklı çeşidinin yapıldığı özgün çalışmaları içerir ve bu çalışmaların dünyada dereceleri vardır. Etnik ve ulusal kimliğe sahip tüm erkek ve kadınlar bilime ve bilim uygulamalarına katılır. Bu insanlar –bilim adamları ve mühendisler, matematikçiler, fizikçiler, teknisyenler, bilgisayar programcıları, kütüphaneciler, ve diğerleri- belirli bir pratik amaç için bilimsel bilgiye odaklanabilirler ve onlar veri toplama, teori yapılandırma, enstrüman yapma ya da haberleşme konuları ile ilgilenir.

Sosyal bir aktivite olarak bilim kaçınılmaz bir şekilde sosyal değerleri ve görüşleri yansıtır. Örneğin; ekonomi teorisinin tarihi, sosyal adalet fikrinin gelişimi ile paralellik gösterir. Örneğin; bir zamanlar ekonomistler işçilere verilebilecek optimum ücretin hayatta kalacak kadar olması gerektiğini düşündüler. 20. yüzyıl ve ondan önce kadınların ve renginden dolayı birçok insanın eğitimdeki ve işe alım fırsatlarındaki kısıtlamalar bilimin dışında kalmalarına neden oldu. Bu engellerin üstesinden gelebilen birkaç kişinin kayda değer yapmış olduğu çalışmalar bile bilim komiteleri tarafından küçümsendi.

Bilim birçok farklı düzenleme ile ilerler. Bilim adamları üniversitelerde, hastanelerde, işyerlerinde ve endüstride, hükümetlerde, bağımsız araştırma organizasyonlarında ve bilimsel kuruluşlarda görevlendirilir. Onlar yalnız, küçük gruplarda ya da büyük bir araştırma takımının bir üyesi olarak çalışabilir. Onlar çalışmalarını sınıflarda, ofislerde, laboratuvarlarda ve uzayda ya da deniz diplerinde doğal alanlarda yaparlar.

Bilimin sosyal doğasından dolayı, bilimsel bilginin dağıtımı bilimin gelişimi için çok önemlidir. Bazı bilim adamları buluşlarını ve teorilerini rapor ederler ve bunları toplantılarda sunarlar ya da bilimsel dergilerde yayımlarlar. Bu rapor, diğerlerinin bilim adamlarının yaptıkları çalışmalardan bilgi edinmesini, bu bilgilerin diğer bilim adamları tarafından eleştirilmesini ve elbette dünyadaki bilimsel gelişmelerle birlikte olmasını sağlar. Bilimin bilgisinin gelişimi (bilginin doğasının bilgisi ve onun kullanımı) ve teknoloji bilgisinin gelişimi (özellikle bilgisayar sistemleri) bütün bilim sayesinde oluşur. Bu teknolojiler, veri toplama, listeleme ve analiz etmeyi hızlandırır, değerlendirme uygulamalarının yeni çeşitlerini meydana getirir ve keşfetme ve uygulama arasındaki zamanı kısaltır.

BÖLÜM 2

Bilim; bireysel, sosyal ve kurumsal boyutları olan bir teşebbüstür. Bilimsel aktivite, çağdaş dünyanın temel özelliklerinden biridir ve belki de diğerlerinden daha fazla, bulunduğumuz zamanı geçmişteki yüzyıllardan ayırır.

Organize bir şekilde, bilim içerik disiplinlerin ya da farklı bilimsel alanların tümünün toplamı olarak düşünülebilir. Zoolojiden antropolojiye kadar disiplinin birçok sayısı vardır. Onların her biri birçok yönden (tarih, olgu çalışmaları, teknik ve kullanılan dil, istenen sonuçların çeşitliliği) birbirinden farklıdır. Bununla birlikte, amaç ve felsefe hususunda bütün hepsi eşit bir şekilde bilimsel ve birlikte aynı bilimsel gayret için çalışırlar. Disiplinlerin amacı, araştırmayı organize etmede ve araştırma bulgularında kavramsal bir yapı sağlarlar. Dezavantajı, disiplinleri dünya çalışmalarındaki yolla eşleştirmeye gerek yoktur, birbirleri ile iletişimi zordur. Mutlaka bilimsel disiplinlerin belirli sınırları yoktur. Fizik, kimya, astronomi ve jeolojinin gölgesinde; kimya ise biyoloji ve psikoloji içinde gibi. Yani bilimsel disiplinler, (astrofizik ve sosyobiyoloji gibi) devamlı olarak diğer disiplinlerin sınırlarında şekillenir. Bazı disiplinler büyür ve alt disiplinlere ayrılır ve her biri kendi yolunda bir disiplin olur.

Üniversiteler, endüstri ve hükümetler bilimsel çabaların yapısını oluşturan bölümlerdir. Üniversite araştırmaları, genellikle kendi için bilgiyi vurgular, buna rağmen bu bilginin çoğu pratik problemlerin çözümlenmesine doğru giden bilgidir. Üniversiteler elbette özellikle bilim adamı, mühendis ve matematikçilerin yetişmesi için birbirini izleyen eğitim verirler. Endüstri ve iş dünyası genellikle sonunda uygulamaya dönük araştırmaları vurgularlar fakat birçok destekleyici araştırmalar da hemen uygulanabilen belli uygulamalar değil, birçoğu öneri niteliğinde uzun dönemde faydalı olacak araştırmalardır.

Hükümetler, endüstri sahasında ve üniversitelerdeki araştırmaların çoğunu parasal açıdan destekler bunun yanında araştırma merkezlerindeki ve birçok kendi ulusal laboratuvarlarındaki araştırmaların yürütülmesini sağlar ve destekler.

BÖLÜM 3

Bilim; bireysel, sosyal ve kurumsal boyutları olan bir teşebbüstür. Bilimsel aktivite, çağdaş dünyanın temel özelliklerinden biridir ve belki de diğerlerinden daha fazla, bulunduğumuz zamanı geçmişteki yüzyıllardan ayırır.

Birçok bilim adamı bilimin etik normlarına göre çalışır. Doğru kayıt tutma, tarafsızlık ve yineleme, çalışmasının diğer bilim adamları tarafından yeniden incelenip desteklenmesi gibi adetler bilim adamlarının birçoğunu etik profesyonel davranış içinde tutar. Bazen bir fikir ya da gözlemi ilk olarak yayınlama çabasında olma baskısı bazı bilim adamlarının kendi bulgularını saklamasına neden olur ya da bulgularını değiştirerek verirler. Bilimin doğasına

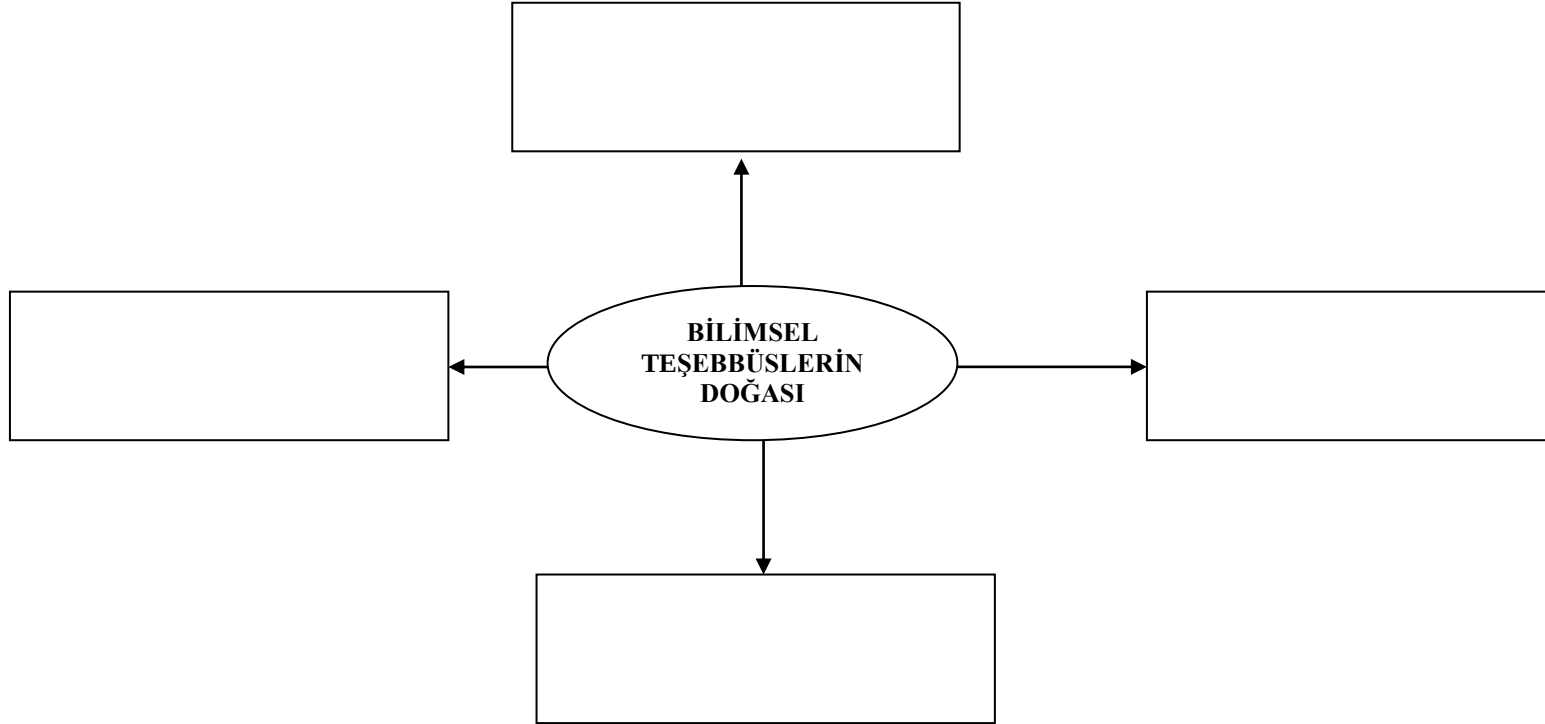
ilişkin bu ihlaller bilimi engeller. Bu ortaya çıktığında bilim dünyası ve araştırmaya fon sağlayan kurumlar tarafından kınanır.

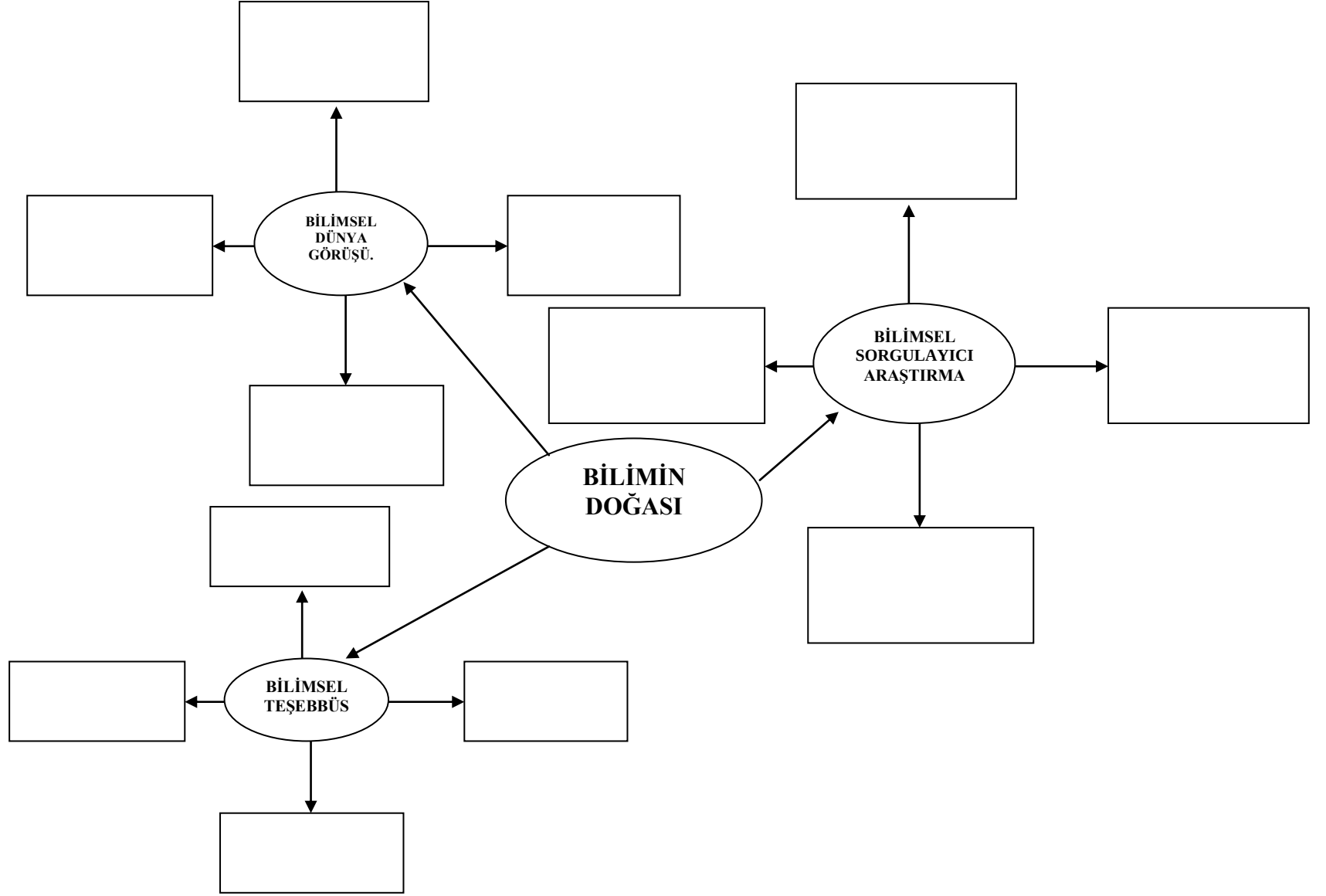
Bilimsel etiğin diğer bir alanı bilimsel deneylerden ortaya çıkabilecek muhtemel zararlarla ilgilidir. Örneğin; deneylerde kullanılan canlılara karşı yapılan davranış. Modern bilimsel etik hayvanların sağlığına, yaşamına özen gösterilmesi gerektiğini kabul eder. Dahası, insanları içeren araştırmalar, kişiden alınacak izin ile sağlanmalıdır. Bu sonuçları etkilese bile bu kıstas mutlaka getirilmelidir. Bu yaklaşım birçok riski beraberinde getirir ve deneye katılımı reddetme hakkını sağlar.

Bilimsel Teşebbüsün Doğası ile İlgili Bilimin Doğası Anlayışları

- a) Bilim kompleks bir sosyal aktivitedir,
- b) Bilimin yürütülmesinde genel olarak kabul edilen etik prensipler vardır,
- c) Bilim içerik disiplini ile organize edilir ve çeşitli kurumlarla yürütülür,
- d) Bilim adamları hem bir uzman olarak hem de bir vatandaş olarak genel olaylar katılır.

BİLİMSEL TEŞEBBÜSLERİN DOĞASI ALANINA AİT BİLİMİN DOĞASI ANLAYIŞLARI





BİLİMSEL KANUNLAR

Bilimsel kanun ifadesi az ve öz olarak eylem ya da eylemler grubu olarak tanımlanır. Bilimsel kanun genellikle evrensel kabul edilir ve sık sık tek bir matematiksel denklemi adlandırmada ifade edilir. Bilimsel kanunlar matematiksel postulatlarla (doğru kabul edilen varsayımlar) benzer. Kanunlara örnek olarak; yerçekimi kanunu, enerjinin korunumu kanunu, hareket kanunları. Birçok insan bilimsel kanunların kesin ve değişmez olduğunu düşünür fakat bu ifade bilimin geçici olduğu hakkındaki bilgimizin eksikliği ile aynı şeyi ifade eder.

Kanunlar yeni olaylar ya da geçmişteki hataları keşfettiğimiz zaman değişebilir. Bilimsel bilgi geçicidir. Bazı insanlar bilimsel teoriler ile kanunlar arasında hiyerarşik bir ilişkinin olduğunu düşünür. Yani bilimsel bir kanun tüm bilim adamları tarafından kabul edilen bir teoridir ve doğruluğu tekrar tekrar ve zamanla ispatlanmıştır. Kanunun sadece bir teori olduğu fikri sık sık lise yıllarında düşünülmektedir (ben de bu şekilde düşündüğümü hatırlıyorum) fakat bu bilimsel teoriler arasındaki ilişkinin ve bilimsel kanunların işlevlerinin tamamen gözden kaçırıldığı deneyimsiz bir görüştür.

Bilimsel kanun ifadesi, gözlemlenebilir olgular arasındaki ilişkileri tanımlamak ya da teşhis etmek için kullanılırken, **bilimsel teori**; gözlemlenebilir olgular için açıklamaları ifade eder. Diğer bir şekilde söyleyecek olursak, teoriler açıklar, kanunlar tanımlar. Bunlar çok farklı işlevlerdir. Newton'un kanunlarının genellikle Einstein'ın göreceli teorisi tarafından yıkıldığı düşünülür fakat gerçekte Einstein'ın teorisi Newton'un kanunlarını açıklar. Bu teori, bu kanunlarda bazı değişimlere izin verir fakat bu teori bu kanunları birleştirdi. *Kanunlar, teorilerden farklıdır, veriler yoluyla doğrudan kanıtlanır: veride bazı matematiksel ya da mantıksal ilişki gerektiren davranışlar ya da ilişkiler bulunur ve bu kanun olarak kategorize edilir.* Bu anlaşıldığı zaman bilimsel kanunların doğaya özgü davranışların basitçe örnek olmasından başka hüküm verilmesi gereken bir şey olmadığını anlamak daha kolay olacaktır: *Kanunlar doğanın nasıl davrandığını tanımlarken teoriler bu davranışı açıklamaya çalışır.*

TARTIŞMA SORULARI

- 1) Bilimsel bir kanun kapsamlı ve tamamen onaylanmış bir teoridir. D/Y
- 2) Bilimsel bir kanun değişmez çünkü doğruluğu onaylanmıştır. D/Y
- 3) Bilimsel bir kanun gözlemlenebilir olgular arasındaki ilişkileri tanımlar fakat bu olguları açıklamaz. D/Y
- 4) Bilimsel kanunlar kesindir. D/Y

BİLİMSEL TEORİLER

Bilimde, teori kanıtlanmış hipotezlere dayalı olaylar ya da gözlemlerle ilgili bir takım açıklamalardır ve farklı zamanlarda farklı araştırma grupları tarafından doğruluğu onaylanmıştır. Genellikle, hem bilimsel teori hem de bilimsel kanun bir bütün olarak bilim çevreleri tarafından doğru kabul edilir. Teori ve kanun arasındaki en büyük fark, teori çok daha karmaşık ve dinamiklidir. Bir kanun bir tek olayı elinde tutarken teori bir olgu ile ilgili tüm boyutları açıklar. *Bazı bilimsel teoriler, bir teorinin gelişimini içerir. Örneğin izaafiyet teorisi ve kuantum teorisi. Gerçekler ve teoriler aynı şey değildir.* Gerçekler, bir durumun dikkatlice gözlemlenmesidir. Teoriler, bu gerçeklerin açıklamalarıdır. Bir teorinin neredeyse gerçeğin açıkladığı kadar kesin olabilir. Fakat bu onu gerçek yapmaya yeterli değildir. Teoriler gözlemlenemez: gözlenenlerle onaylanır. Teorinin tahmin yürütmedeki rolü nedeni ile bilim adamları daha ileriki araştırmaları yapmak için teorileri kullanırlar ve bu özellik bilimin dikkate alınmayan bir diğer bir özelliğidir. Ayrıca bilim adamları mevcut teorilerin ışığında bilimsel bilgiyi kişisel yapmak suretiyle kendi bulgularını yorumlayabilir. Teoriler değişebilir teorilerde mevcut bilginin tekrar yorumlanmasıyla veya bakış açısı ve değerlerin değişmesiyle değişebilir.

TARTIŞMA SORULARI

- 1) Bilimsel teoriler açıklamadır, gerçek değildir. D/Y
- 2) Bilimsel teoriler yeni bilgiler elde edildiğinde değişebilir. D/Y
- 3) Bilimsel teoriler bir şeylerin nasıl çalıştığı hakkındaki fikirlerdir. D/Y
- 4) Kabul edilen bilimsel bir teori önemli kanıtlar ve teoriyi çürütmeye çalışan tüm teşebbüslere dayanarak onaylanan bir hipotezdir. D/Y
- 5) Bilim adamları mevcut teorileri daha sonraki araştırmalara rehberlik için ve sonuçların yorumlanması için kullanırlar. D/Y